Analyse économique

Documents de recherche

Effet de l'utilisation des technologies de pointe sur le rendement des entreprises du secteur canadien de la transformation des aliments

par John R. Baldwin, David Sabourin et David Smith

N° 012

Statistics Canada Statistique Canada

Canada

SÉRIE DE DOCUMENTS DE RECHERCHE SUR L'ANALYSE ÉCONOMIQUE

La série de documents de recherche sur l'analyse économique permet de faire connaître les travaux de recherche effectués par le personnel du Secteur des études analytiques et des comptes nationaux, les boursiers invités et les universitaires associés. La série de documents de recherche a pour but de favoriser la discussion sur un éventail de sujets tels que les répercussions de la nouvelle économie, les questions de productivité, la rentabilité des entreprises, l'utilisation de la technologie, l'incidence du financement sur la croissance des entreprises, les fonctions de dépréciation, l'utilisation de comptes satellites, les taux d'épargne, le crédit-bail, la dynamique des entreprises, les estimations hédoniques, les tendances en matière de diversification et en matière d'investissements, les différences liées au rendement des petites et des grandes entreprises ou des entreprises nationales et multinationales ainsi que les estimations relatives à la parité du pouvoir d'achat. Les lecteurs de la série sont encouragés à communiquer avec les auteurs pour leur faire part de leurs commentaires, critiques et suggestions.

Les documents sont diffusés principalement au moyen d'Internet. Ils peuvent être téléchargés gratuitement sur Internet, à www.statcan.ca. Les documents faisant partie de la série sont diffusés dans les bureaux régionaux de Statistique Canada et aux coordonnateurs statistiques provinciaux.

Tous les documents de recherche de la Série d'analyse économique, passent à travers un processus d'évaluation des pairs et institutionnel, afin de s'assurer de leur conformité au mandat confié par le gouvernement à Statistique Canada en tant qu'agence statistique et de leur pleine adhésion à des normes de bonne pratique professionnelle, partagées par la majorité.

Les documents de cette série comprennent souvent des résultats issus d'analyses statistiques multivariées ou d'autres techniques statistiques. Il faut l'admettre, les conclusions de ces analyses sont sujettes à des incertitudes dans les estimations énoncées.

Le niveau d'incertitude dépendra de plusieurs facteurs : de la nature de la forme fonctionnelle de l'analyse multivariée utilisée; de la technique économétrique employée, de la pertinence des hypothèses statistiques sous-jacentes au modèle ou à la technique; de la représentativité des variables prises en compte dans l'analyse; et de la précision des données employées. Le processus de la revue des pairs vise à garantir que les articles dans les séries correspondent aux normes établies afin de minimiser les problèmes dans chacun de ces domaines.

Comité de révision des publications
Direction des études analytiques, Statistique Canada
18e étage, Immeuble R.-H. Coats
Ottawa, Ontario, K1A 0T6
(613) 951-1804

Effet de l'utilisation des technologies de pointe sur le rendement des entreprises du secteur canadien de la transformation des aliments

par

John Baldwin *
David Sabourin **
David Smith ***

11F0027 N° 012
ISSN: 1703-0412
ISBN: 0-662-89139-2

Division de l'analyse micro-économique
18-B Immeuble R.-H. Coats
Ottawa, K1A 0T6
Statistique Canada
Télécopieur: (613) 951-3292

* (613) 951-8588
Courriel: baldjoh@statcan.ca

** (613) 951-3735
Courriel: sabodav@statcan.ca

*** (613) 992-0638
Courriel: smith.davidh@fin.gc.ca

Juin 2003

Le nom des auteurs est inscrit selon l'ordre alphabétique.

Le rapport de cette recherche a été préparé conjointement par Statistique Canada et Agriculture et agroalimentaire Canada. Ce document reflète les opinions des auteurs uniquement et non celles de Statistique Canada ou de Agriculture et agroalimentaire Canada.

Also available in English.

Table des matières

RÉSUMÉ ..... **II**

SOMMAIRE ..... **III**

1. INTRODUCTION **1**

2. CHANGEMENT DE COMPOSITION DU MARCHÉ **3**

3. SOURCE DES DONNÉES SUR L'UTILISATION DES TECHNOLOGIES DE POINTE **7**

4. UTILISATION DE LA TECHNOLOGIE **8**

5. RENDEMENT ET UTILISATION DES TECHNOLOGIES DE POINTE **11**

6. ANALYSE MULTIVARIÉE **14**

6.1 MODÈLE 14
6.1.1 Utilisation des technologies *17*
6.1.2 Croissance de la productivité *21*
6.1.3 Croissance de la part de marché *22*
6.1.4 Spécification du modèle *23*
6.2 RÉSULTATS EMPIRIQUES 24
6.2.1 Utilisation des technologies *25*
6.2.2 Croissance de la productivité de la main-d'œuvre *27*
6.2.3 Croissance de la part de marché *27*
6.2.4 Analyse en composantes principales *28*
6.2.4.1 Productivité relative *29*
6.2.4.2 Croissance de la part de marché *33*
6.2.5 Compétitivité *35*

7. CONCLUSION **37**

ANNEXE A : ADOPTION DES TECHNOLOGIES DE POINTE **39**

ANNEXE B : ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES **41**

ANNEXE C : ANALYSE FACTORIELLE DES VARIABLES DE COMPÉTENCE DE L'ENTREPRISE .. **46**

BIBLIOGRAPHIE **47**

Résumé

Le présent rapport vise à décrire l'évolution de la structure industrielle du secteur canadien de la transformation des aliments et le lien entre cette évolution et le progrès technique. Nous examinons pour cela l'effet de l'adoption de technologies de fabrication de pointe, dont les technologies de l'information et des communications (TIC), sur le rendement des établissements.

L'étude s'appuie sur un ensemble de données couplées combinant les données sur l'utilisation des technologies de pointe provenant d'une enquête spéciale réalisée en 1998 avec les données sur le rendement des entreprises tirées de dossiers administratifs couvrant la période de 1988 à 1997. Le fichier de données contient des renseignements sur l'utilisation des technologies de pointe (par type de technologie), les caractéristiques des établissements (effectif, pays de contrôle, importance accordée à la formation du personnel, capacité d'innovation) et le rendement des établissements (croissance de la productivité et de la part de marché).

Le rapport décrit d'abord les caractéristiques des entreprises qui adoptent des technologies de pointe. Puis, il examine comment l'utilisation de ces technologies est liée à la croissance de la productivité et à celle de la part de marché.

Les établissements qui adoptent des technologies de pointe sont généralement plus grands que les autres et sous contrôle étranger. Ils ont tendance à être plus innovateurs dans plusieurs autres domaines que celui de la pure technologie. Ces établissements sont ceux qui adoptent un certain nombre de pratiques commerciales de pointe axées sur les technologies de pointe. Ce sont aussi ceux qui élaborent, en matière de ressources humaines, une stratégie visant à créer une main-d'œuvre spécialisée en mettant l'accent sur la formation.

Les établissements qui adoptent un grand nombre de technologies de pointe voient leur productivité croître plus rapidement. Les technologies liées au contrôle des procédés et aux réseaux de communication sont des facteurs particulièrement importants de cette croissance dans le secteur de la transformation des aliments. Les établissements dont la croissance de la productivité relative s'accélère et qui utilisent un plus grand nombre de technologies de pointe voient croître leur part de marché.

Lorsqu'on neutralise l'effet de l'adoption des technologies de pointe, peu d'autres caractéristiques des établissements liées à l'utilisation des technologies contribuent à l'accélération de la croissance de la productivité relative, à part l'importance accordée à l'adoption, en matière de ressources humaines, d'une stratégie axée sur le recrutement de personnel qualifié et sur la formation. De la même façon, hormis l'utilisation des technologies, aucune des caractéristiques des établissements associées à l'utilisation des technologies de pointe n'a d'effet sur la part de marché.

Mots clés : croissance de la productivité, technologie de pointe, transformation des aliments, part de marché

Sommaire

Transformation des aliments : un secteur en pleine maturité

Le secteur de la transformation des aliments est le deuxième en importance au Canada dans le domaine de la fabrication, et compte plus de 3 000 établissements. Avec un effectif de près de 230 000 personnes en 1998, il a affiché une contribution au produit intérieur brut de 15 milliards de dollars cette année-là. Le secteur de la transformation des aliments est un secteur en pleine maturité, qui s'est caractérisé par des usines de taille modeste et une croissance modérée au cours des deux dernières décennies. Ses liens avec l'économie mondiale, qui sont mesurés par les échanges ou les investissements étrangers, se situent sous la moyenne pour la fabrication. On pourrait penser que le secteur de la transformation des aliments tire de l'arrière par rapport aux autres secteurs en matière d'automatisation. En fait, nombre des procédés de ce secteur sont tellement complexes qu'ils sont perçus davantage comme une forme d'art que comme une science. Malgré cela, de nouveaux produits et procédés sont constamment élaborés et lancés dans le secteur de la transformation des aliments.

Évolution de la situation – transfert de la moitié de la part de marché

Des changements considérables se produisent au niveau des établissements dans le secteur de la fabrication au Canada, certaines usines s'emparant de la part de marché des autres. Il en est de même pour le secteur de la transformation des aliments. Des parts de marché changent de main, du fait que des usines prennent de l'expansion, tandis que d'autres périclitent. Entre 1988 et 1997, près de la moitié des parts de marché sont passées des entreprises en déclin aux entreprises plus prospères. On croit que l'utilisation des technologies de pointe a contribué à cette situation. On présume que l'adoption de technologies de pointe entraînera un rendement supérieur pour une entreprise. Jusqu'à maintenant, on ne disposait pas des données nécessaires pour examiner cette hypothèse. La présente étude utilise un nouvel ensemble de données pour répondre à cette question. Deux mesures du rendement de l'entreprise sont utilisées : la croissance de la productivité et la croissance de la part de marché.

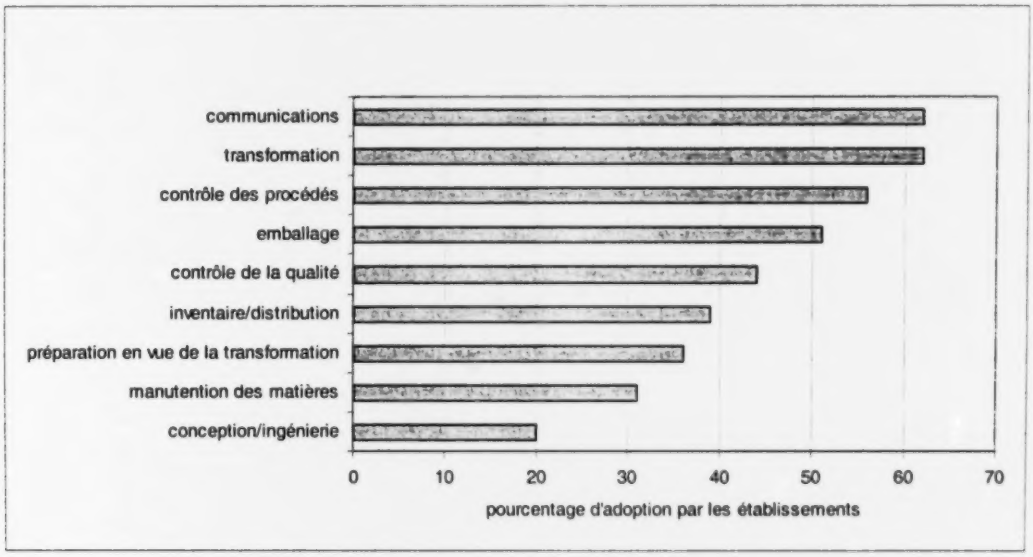
Utilisation et taux d'adoption des technologies

À la fin des années 90, neuf établissements sur 10 du secteur de la transformation des aliments avaient adopté au moins une des 60 technologies de pointe figurant dans l'Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la transformation des aliments de 1998. Au total, 7 % en utilisaient 20 ou plus. Le taux d'adoption est le plus élevé dans le cas des réseaux locaux, des contrôleurs programmables et de l'utilisation de matériaux de pointe pour l'emballage. Au moins le tiers des établissements avaient adopté ces technologies à la fin des années 90.

En ce qui a trait aux grandes catégories de technologies, les taux d'adoption sont les plus grands pour les technologies de communications en réseau et de transformation, 62 % des usines de transformation des aliments ayant adopté au moins une technologie dans chacun de ces deux domaines (figure 1). Les technologies de communications comprennent les réseaux locaux

et les réseaux à grande distance, tandis que la transformation comprend les technologies de pointe de filtrage, les techniques de conservation thermique et l'utilisation de bio-ingrédients. Le contrôle des procédés et les techniques d'emballage suivent, les deux avec des taux d'adoption de plus de 50 %. Les contrôleurs programmables et les contrôles informatisés des procédés figurent parmi les technologies de contrôle des procédés les plus largement utilisés, tandis que les matériaux multicouches et les laminés font partie des technologies d'emballage de pointe les plus populaires.

Figure 1. Utilisation des technologies de pointe



Les taux d'adoption varient d'une usine à l'autre. Les grands établissements sont non seulement plus susceptibles d'adopter des technologies de pointe, mais aussi d'en adopter un plus grand nombre. Les différences de tailles sont les plus importantes pour les communications, le contrôle des procédés ainsi que la conception et l'ingénierie. La nationalité de la société mère joue aussi un rôle, les entreprises sous contrôle étranger étant plus susceptibles d'adopter des technologies, même lorsque l'on tient compte du fait que leurs entreprises sont plus importantes.

L'utilisation des TIC est liée à une croissance plus grande de la productivité

Les études antérieures menées dans un certain nombre de pays différents ont établi un lien positif entre l'utilisation des technologies de pointe et le rendement amélioré de l'entreprise. On présume dans une large mesure qu'il existe un rapport similaire dans le secteur de la transformation des aliments. En fait, l'analyse a révélé que les usines qui ont adopté le plus grand nombre de technologies de pointe ont connu la croissance la plus grande de leur productivité. Certains types de technologies semblent avoir des répercussions plus importantes sur la croissance que d'autres. Tout au long des années 90, on a noté un lien positif entre l'adoption de technologies de l'information et des communications (TIC), comme les réseaux locaux et les réseaux à grande distance, ainsi que les réseaux informatiques inter-entreprises avec une

croissance plus grande de la productivité. Le transfert d'information à l'intérieur des organisations et entre elles est étroitement lié à la croissance de la productivité. L'adoption de technologies de pointe pour le contrôle des procédés et l'emballage est aussi associée à une plus grande croissance de la productivité.

Lien étroit entre la croissance de la productivité et la croissance de la part de marché

L'adoption de technologies de pointe et la croissance de la part de marché semblent comporter un lien. Toutefois, ce qui prédomine ici, c'est le rapport étroit qui existe entre la croissance de la productivité et la croissance de la part de marché. Cela laisse supposer que la croissance de la part de marché est liée de façon significative à la croissance de la productivité, cette dernière comportant elle aussi un lien important avec l'adoption de technologies de pointe. Les usines qui ont adopté des technologies de pointe à la fin des années 90 étaient plus susceptibles d'avoir une productivité plus grande et, par conséquent, d'augmenter leur part de marché au cours de la décennie.

D'autres caractéristiques ont aussi des répercussions

Outre l'utilisation des technologies, plusieurs autres caractéristiques semblent être liées à une croissance plus forte de la productivité. Selon les études publiées, la croissance de l'intensité de capital a un effet important et significatif sur la croissance de la productivité. La mise en œuvre d'une stratégie agressive en matière de ressources humaines, c'est-à-dire une stratégie qui valorise le perfectionnement continu de la main-d'œuvre, grâce à la formation et au recrutement, est également associée à une croissance plus forte de la productivité.

1. Introduction

Le choix d'une stratégie fructueuse est essentiel à la croissance d'une entreprise. Selon nos études, l'innovation est l'une des stratégies qui favorisent la croissance (Baldwin, 1996, Baldwin et Johnson, 1999). Et toute stratégie d'innovation qui porte fruit est axée sur l'utilisation des technologies de pointe.

Le présent rapport expose comment une stratégie axée sur les technologies de pointe dans le secteur de la transformation des aliments se traduit par un rendement supérieur de l'entreprise. Il s'inscrit dans la foulée de deux séries d'études antérieures. La première comprend les études qui examinent les caractéristiques des entreprises les plus innovatrices, en ce qui a trait au lancement de nouveaux produits ou de nouveaux procédés ou à l'adoption de nouvelles technologies. La deuxième comprend les études visant à examiner le lien entre le rendement d'une entreprise et son degré d'innovation. Notre vision des forces qui sous-tendent l'évolution dynamique de la population d'entreprises étudiée s'inspire de nos travaux dans ces deux domaines.

Les options stratégiques des entreprises sont multiples. Certaines s'efforcent d'être plus innovatrices que les autres. Pour innover avec succès, une entreprise doit réunir un certain nombre de compétences (Baldwin et Johnson, 1998, 1999a, 1999b). Elle doit acquérir la capacité d'innover en investissant soit dans la R-D soit dans ses capacités technologiques. Elle doit aussi acquérir des compétences particulières dans les domaines des ressources humaines, du marketing et des finances.

Les compétences stratégiques que l'entreprise choisit de développer sont alors reflétées par son rendement. La croissance est un processus stochastique qui comporte un apprentissage. Les débouchés de production ne sont pas uniques et la croissance individuelle des entreprises a lieu dans un monde où chacune s'efforce de déterminer quelle technologie de pointe et quelle stratégie parmi de multiples stratégies et possibilités techniques seraient les plus adéquates compte tenu des circonstances. Les entreprises adoptent de nouvelles technologies de pointe à mesure qu'elles découvrent les possibilités qu'offrent ces dernières et qu'elles expérimentent afin d'évaluer l'applicabilité de ces nouvelles technologies à leur situation particulière. Pour certaines entreprises, le fruit de l'expérimentation est une croissance et une rentabilité supérieures à la moyenne. Les forces du marché éliminent les entreprises qui font de mauvais choix et récompensent celles qui adoptent correctement des stratégies fructueuses.

Le présent rapport vise à reproduire et à étoffer des travaux antérieurs indiquant que le rendement est lié au choix des technologies (Baldwin et Sabourin, 2001; Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995). Lors de ces études, nous avons constaté que les établissements qui adoptent des technologies de fabrication de pointe, particulièrement les technologies de l'information et des communications (TIC), jouissent d'une croissance plus rapide de leur productivité et de leur part de marché que ceux qui ne réussissent pas à intégrer ces technologies dans leurs processus. La première étude examine ce lien durant les années 1990 et la seconde, durant les années 1980.

Dans le présent rapport, nous nous concentrons sur le secteur de la transformation des aliments afin de prolonger de deux façons nos travaux antérieurs sur le secteur de la fabrication. Premièrement, en nous concentrant sur un secteur particulier, nous pouvons examiner un éventail

beaucoup plus grand de technologies. Nos études antérieures portaient sur un ensemble de base d'environ 20 technologies utilisées couramment par une grande diversité de branches d'activité. Ici, nous examinons un ensemble de plus de 60 technologies. Deuxièmement, nous cherchons à déterminer comment interagissent certains groupes de technologies. Nous intégrons à la liste des technologies étudiées un certain nombre de technologies propres à une branche d'activité (p. ex., chauffage infrarouge) et la plupart des technologies étudiées antérieurement, tout spécialement celles de l'information et des communications (TIC) qui, selon nos deux études antérieures, sont essentielles à la croissance. Nous pouvons ainsi déterminer non seulement si les TIC sont importantes, mais aussi quelles autres technologies elles complètent.

Le présent rapport met l'accent sur le choix des technologies et sur ses conséquences en matière de rendement. La R-D est souvent décrite comme l'une des activités essentielles des innovateurs, mais les capacités technologiques sont tout aussi importantes. Baldwin, Hanel et Sabourin (2000) montrent que la probabilité de devenir un innovateur augmente d'environ 20 points de pourcentage lorsqu'une entreprise qui accordait peu d'importance à la technologie décide de lui en accorder beaucoup plus, tandis que l'exécution de travaux de R-D augmente cette probabilité d'environ 30 points. Baldwin et Hanel (2002) soulignent que la concentration sur les technologies est un moyen unique, souvent assez distinct de la R-D, dont disposent les entreprises pour mettre au point des innovations.

Nous nous concentrons ici sur les technologies, mais nous reconnaissons que d'autres facteurs peuvent influencer le rendement. Heureusement, l'*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la transformation des aliments* (voir Baldwin, Sabourin et West, 1999) sur laquelle s'appuie le présent rapport nous permet d'examiner l'importance relative d'autres facteurs, comme faire ou non de la R-D, établir un bassin de travailleurs spécialisés ou adopter des pratiques commerciales de pointe.

La présentation du rapport est la suivante. À la deuxième section, nous examinons certaines caractéristiques du processus stochastique ayant une incidence sur les mesures du rendement de l'entreprise ou de l'établissement utilisées dans le rapport. Avant de déterminer si le choix des technologies est associé à l'évolution de la position sur le marché, nous examinons l'importance des changements qui ont eu lieu dans le secteur de la transformation des aliments. Ensuite, nous décrivons la mesure dans laquelle les entreprises se sont substituées les unes aux autres par transfert des parts de marché durant la période de dix ans s'étendant de 1988 à 1997 et la mesure dans laquelle ces mouvements sont accompagnés de variations de la productivité relative et de la rentabilité.

Puis, nous étudions l'effet du choix des technologies sur le rendement de l'établissement, grâce à des mesures comme la croissance de la productivité et celle de la part de marché. Nous examinons le lien entre ces deux mesures du rendement de l'établissement et l'utilisation de technologies de fabrication de pointe, comme les contrôleurs programmables, les procédés de transformation aseptiques, ainsi que les réseaux locaux et les grands réseaux. Nous cherchons à déterminer si les établissements qui utilisent les technologies de pointe sont, en fait, sélectionnés pour survivre et prospérer durant le processus de recherche et d'élimination associé au phénomène de concurrence.

Les données sur le rendement économique que nous utilisons proviennent d'un fichier longitudinal créé d'après l'*Enquête annuelle des manufactures* qui inclut des données sur l'emploi (production et autre), la productivité de la main-d'œuvre (valeur ajoutée par travailleur), la rémunération, les expéditions manufacturières et totales, et la valeur ajoutée manufacturière et totale pour les établissements canadiens de transformation des aliments de 1988 à 1997[1]. Ces données nous permettent d'élaborer une mesure objective du rendement réel de l'établissement, par opposition aux mesures subjectives basées sur l'évaluation faite par les participants à l'enquête de leur rendement relativement à leurs concurrents. Nous avons couplé les données objectives sur le rendement économique à celles sur l'utilisation des technologies de pointe au niveau de l'établissement tirées de l'*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la transformation des aliments de 1988*. Dans la suite, nous utiliserons l'établissement comme unité d'analyse. Tous les résultats sont pondérés au moyen de poids calculé d'après les données de l'*Enquête sur les technologies de pointe de 1988* de sorte qu'ils soient représentatifs de la population d'établissements du secteur de la fabrication.

2. Changement de composition du marché

La présente étude de la relation entre l'utilisation de la technologie et l'évolution du rendement des entreprises vise à déterminer si les entreprises qui adoptent les technologies de fabrication de pointe arrivent à de meilleurs résultats que leurs rivales, en ce qui a trait à la croissance de la productivité relative et de la part de marché. Cette question ne présente un intérêt que si les branches d'activité sont le siège de changements importants, c'est-à-dire si certaines entreprises en dépossèdent d'autres. À la présente section, nous discutons de l'ampleur du changement qui a eu lieu dans le secteur de la transformation des aliments durant les années 1990.

Nous avons montré lors d'une étude antérieure (Baldwin, 1995) que, dans le secteur de la fabrication dans son ensemble, des changements importants ont lieu au sein des branches d'activité sur une période de dix ans. Il en est de même pour le secteur de la transformation des aliments. Certaines entreprises prospèrent et d'autres périclitent à mesure que les unes s'emparent de la part de marché des autres. L'ampleur du changement est considérable. De 1988 à 1997, 43 % d'établissements de transformation des aliments existants ont vu se contracter leur part de marché, 48 % l'ont vue augmenter, tandis que 9 % n'ont constaté aucun changement appréciable. Les parts de marché changent également de mains par le mécanisme des entrées et des sorties. De 1988 à 1997, en moyenne, quelque 32 % des parts de marché, mesurées au niveau à quatre chiffres de la Classification type des industries ont été transférées d'établissements dont la part s'est contractée à des établissements dont la part a augmenté[2]. Les gains réalisés par les établissements existants en croissance sont de 20 points de pourcentage, et ceux réalisés par les nouveaux établissements, de 12 points. La diminution des parts de marché, quant à elle, est répartie entre les établissements existants en déclin (13 points de pourcentage) et les établissements qui ont fermé leurs portes, ou établissements sortants (19 points de pourcentage).

[1] La valeur ajoutée totale diffère de la valeur ajoutée manufacturière parce que les établissements de fabrication ont des activités non liées à la fabrication qui sont intrinsèques aux opérations de fabrication de l'entreprise.
[2] La structure des branches d'activité est évaluée au niveau de l'établissement (CTI-E).

La croissance et le déclin des établissements modifient leur classement relatif dans la branche d'activité (tableau 1). Nous avons calculé les parts de marché des établissements au niveau à quatre chiffres de la classification des établissements pour 1988 et pour 1997. Puis nous avons réparti l'ensemble des établissements en quartiles pour la première année (1988) et pour la dernière année (1997) de la période de référence d'après le classement selon la part de marché[3]. Le tableau 1 décrit le mouvement des établissements existants le long de l'échelle des parts de marché, autrement dit le pourcentage d'établissements existants qui n'ont pas changé de quartile ou de ceux qui se sont déplacés vers le haut ou vers le bas d'un ou deux quartiles.

Au cours de la période de dix ans, nous constatons que des changements importants de taille relative de la part de marché ont eu lieu. Par exemple, parmi les établissements existants classés dans le deuxième quartile en 1988, 15 % se retrouvaient dans le quartile inférieur en 1997, 17 % avaient atteint le troisième quartile, tandis que 66 % n'avaient pas changé de quartile.

Tableau 1. Matrice du mouvement des parts de marché pour les établissements existants (1988 à 1997)

Quartile de parts de marché (1988)	Quartile de parts de marché (1997)			
	Q1	Q2	Q3	Q4
	Pourcentage d'établissements			
Q1 (INFÉRIEUR)	72	23	5	0
Q2	15	66	17	2
Q3	2	17	60	21
Q4 (SUPÉRIEUR)	1	2	14	83

Les établissements qui se trouvaient au départ dans le quartile inférieur ou dans le quartile supérieur sont caractérisés par une inertie un peu plus grande que les autres, en partie parce que leurs possibilités de mouvement sont limitées, vers le haut pour ceux appartenant au quartile supérieur et vers le bas pour ceux appartenant au quartile inférieur. Plus de 80 % des établissements du quartile supérieur et près des trois quarts de ceux du quartile inférieur sont restés dans leur quartile de départ. Les parts de marché ont changé de main parce que certaines entreprises ont acquis un avantage concurrentiel par rapport à leurs rivales.

La croissance de la productivité est l'un des facteurs qui facilitent l'acquisition d'un avantage concurrentiel. Les entreprises dont la productivité augmente comparativement à celle de leurs rivales peuvent se permettre de baisser leurs prix ou d'augmenter la qualité de leurs produits, donc d'accroître leur part de marché.

La question qui se pose alors est celle de savoir si une évolution importante est associée à la variation de leur productivité relative et si cette variation est faible ou importante. Si elle est faible, nous avons peu de chance de pouvoir expliquer la grandeur de la variation de la productivité relative par l'adoption de technologies de pointe ou bien la question est sans intérêt.

[3] Au tableau 1, les quartiles sont calculés en considérant l'ensemble des établissements, mais les parts sont calculées en ne tenant compte que des établissements existants.

Nous nous sommes servis, pour étudier l'importance de la variation de la productivité relative de la main-d'œuvre, du même type de matrice de transitions que celle utilisée pour l'évolution des parts de marché. La productivité de la main-d'œuvre est définie ici comme étant la valeur ajoutée totale divisée par l'effectif total. Nous la calculons pour chaque établissement relativement à la productivité de la main-d'œuvre de la branche d'activité à laquelle il appartient. La productivité relative de la main-d'œuvre variera à mesure qu'un établissement devient plus efficace ou qu'il utilise une plus grande quantité de capital et d'autres facteurs de production comparativement à d'autres établissements de la branche d'activité.

Tandis que certains préféreraient des estimations totales ou multifactorielles de la productivité pour capturer le progrès technique pur, plusieurs raisons mélitent pour notre préférence du choix de la mesure de la productivité de la main-d'œuvre. Il existe une relation simple entre les deux mesures. La croissance de la productivité de la main-d'œuvre est simplement celle de la productivité totale des facteurs à laquelle on ajoute la part du capital multipliée par le taux de croissance de l'intensité de capital. Donc, la productivité de la main-d'œuvre est, conceptuellement, plus générale que la productivité multifactorielle. La productivité de la main-d'œuvre augmente parce que la productivité multifactorielle augmente et parce que l'intensité de capital de l'entreprise augmente. Et la plupart des entreprises passent de l'état de petite à grande entité en apprenant comment appliquer plus de capital à leurs opérations et en augmentant leur efficacité. Par conséquent, dans la mesure où nous nous intéressons à la croissance de la part de marché, la croissance de la productivité de la main-d'œuvre est un concept intuitivement plus approprié. Également, La productivité de la main-d'œuvre se mesure de façon plus exacte que la productivité totale des facteurs, particulièrement au niveau de l'entreprise. Il est difficile de mesurer exactement la productivité multifactorielle au niveau de la branche d'activité, car il faut pour cela estimer les taux de dépréciation. Au niveau de l'entreprise, ces estimations sont presque impossibles à obtenir.

La matrice des transitions de la productivité relative de la main-d'œuvre des établissements existants entre 1988 et 1997 est donnée au tableau 2. Elle est établie en classant les établissements selon la productivité relative de la main-d'œuvre en 1988 ainsi qu'en 1997, puis en les répartissant en quartiles. Pour chacune de ces deux années, la matrice des transitions donne le pourcentage d'établissements dont la position relative s'est améliorée, n'a pas changé ou s'est détériorée. La productivité relative de la main-d'œuvre est calculée pour la branche d'activité au niveau de la catégorie à quatre chiffres à laquelle l'établissement appartenait les deux années.

Comme le montre le tableau 2, des variations importantes du classement en fonction de la productivité relative de la main-d'œuvre ont eu lieu. Plus de la moitié des établissements existants se sont déplacés vers le haut à partir du quartile inférieur, tandis que la moitié se sont déplacés vers le bas à partir du quartile supérieur. Le mouvement a été encore plus important pour les deux quartiles moyens, où le tiers seulement des établissements n'ont pas changé de quartile.

Tableau 2. Matrices de transitions pour la productivité relative du travail pour les établissements existants (1988 à 1997)

Quartile de productivité relative de la main-d'œuvre (1988)	Quartile de productivité relative de la main-d'œuvre (1997)			
	Q1	Q2	Q3	Q4
	Pourcentage d'établissements			
Q1 (INFÉRIEUR)	46	28	15	11
Q2	26	34	25	12
Q3	12	28	32	28
Q4 (SUPÉRIEUR)	8	12	27	53

Jusqu'à présent, nous avons examiné la variation des parts de marché et celle de la productivité indépendamment l'une de l'autre. Or, elles devraient être reliées. La prospérité, en ce qui a trait à la croissance de la part du marché, est atteinte de diverses façons. Les établissements peuvent attirer des clients en baissant leurs prix ou en offrant des produits de meilleure qualité. Une plus grande productivité de la main-d'œuvre permet à un établissement d'adopter l'une ou l'autre de ces stratégies ou d'offrir à la fois des prix plus faibles et une meilleure qualité. Quoi qu'il en soit, nous nous attendrions à ce que la croissance de la productivité relative de l'entreprise soit associée à une croissance de sa part de marché, en moyenne.

Pour illustrer comment le gain de part de marché est assorti d'une croissance de la productivité relative de la main-d'œuvre, nous répartissons les établissements existants en deux groupes égaux en fonction de la grandeur de la variation de leur part de marché au cours de la période étudiée (établissements en croissance contre établissements en déclin). Nous examinons deux questions. En premier lieu, nous cherchons à savoir si les différences de productivité de la main-d'œuvre qui existent au début de la période fournissent des indices permettant de déceler les établissements dont la situation s'améliorera vraisemblablement au cours de la période. En deuxième lieu, nous voulons déterminer si les établissements qui améliorent leur productivité relative voient aussi croître leur part de marché.

Nous constatons qu'au début de la période, la productivité relative de la main-d'œuvre des établissements en croissance est plus faible que celle des établissements en déclin (tableau 3). Donc, de bons résultats en ce qui a trait à la productivité relative au début de la période ne sont pas un bon indicateur de la croissance de la part de marché durant la période subséquente. Par contre, à la fin de la période, les établissements qui ont vu augmenter leur part de marché réussissent simultanément à accroître leur productivité relative. En 1997, la productivité relative de ces établissements était nettement supérieure à celle des établissements en déclin. Le marché a récompensé ceux qui ont réussi à accroître la productivité relative de leur main-d'œuvre en leur permettant d'augmenter leur part de marché.

Tableau 3. Productivité relative moyenne de la main-d'œuvre selon la croissance de la part de marché

Variation de la part de marché (1988 à 1997)	Productivité relative de la main-d'œuvre (PRMO)		ΔPRMO
	1988	1997	1988 à 1997
CROISSANCE FAIBLE	1,078	0,927	-0,151
CROISSANCE FORTE	0,909	1,043	0,134

Ces résultats donnent à penser qu'il existe un lien étroit entre la variation de la productivité relative et la croissance de la part de marché, mais qu'il est préférable, pour étudier ce lien, d'examiner à la fois la croissance de la part de marché sur une certaine période et les différences de caractéristiques qui se dégagent à la fin de la période. Le marché récompense les bons choix, mais la preuve qu'il en est ainsi ne s'observe qu'à la fin de la période.

3. Source des données sur l'utilisation des technologies de pointe

Nous nous concentrons, dans le présent rapport, sur l'adoption d'une liste de technologies de pointe établie spécialement pour le secteur canadien de la transformation des aliments, c'est-à-dire une industrie manufacturière du niveau à deux chiffres de la Classification type des industries (CTI). Puisque l'enquête ne couvre que le secteur de la transformation des aliments, il est possible de « tailler sur mesure » la liste de technologies de pointe, afin d'y inclure celles qui sont particulières à cette branche d'activité en consultant des représentants de cette dernière. Bien qu'elle ne soit nullement exhaustive, nous estimons que la liste de technologies présentée dans le questionnaire est représentative des technologies de pointe auxquelles ont accès les transformateurs d'aliments.

Nous utilisons ici les résultats de l'*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la transformation des aliments de 1998* réalisée par Statistique Canada pour déterminer le degré d'intégration des technologies de pointe dans les procédés de production. La base de sondage de l'enquête regroupe les établissements canadiens de transformation des aliments sélectionnés dans le Registre des entreprises de Statistique Canada. L'échantillon a été tiré au hasard à partir d'une population d'établissements de transformation des aliments stratifiée selon la branche d'activité au niveau à quatre chiffres de la CTI, la taille et le pays de contrôle. Ont été exclus de la population cible les établissements de transformation des aliments comptant moins de dix employés. Le taux global de réponse à l'enquête a été de 84 %.

L'enquête comprenait des questions sur l'utilisation des technologies de pointe, les caractéristiques générales des entreprises et des établissements, l'acquisition de compétences et l'utilisation de diverses pratiques commerciales, de même que sur les avantages de l'adoption des technologies de pointe et les obstacles à leur adoption (voir Baldwin, Sabourin et West, 1999).

Le questionnaire comprenait une liste de 60 technologies de pointe couvrant neuf domaines fonctionnels (voir l'annexe A, tableau A1). Celle liste est plus longue que celles de l'*Enquête sur les technologies de pointe de 1989*, l'*Enquête sur l'innovation et les technologies de pointe de 1993* et l'*Enquête sur les technologies de pointe de 1998*, qui couvraient toutes un large éventail de branches d'activité du secteur de la fabrication.

Les neuf domaines fonctionnels couverts par l'*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la transformation des aliments de 1998* sont la transformation, le contrôle des procédés, le contrôle de la qualité, l'inventaire et la distribution, la gestion et les systèmes d'information et de communication, la préparation et la manutention des matières, la préparation des matières en vue de la transformation, l'emballage, ainsi que la conception et

l'ingénierie. Pour chacun de ces domaines, le questionnaire comprenait des questions sur l'utilisation de technologies spécifiques dont le nombre pouvait aller jusqu'à 14. Par exemple, au sujet de la transformation, on a posé aux directeurs d'établissement des questions sur l'utilisation de cinq méthodes de conservation thermique, quatre méthodes de conservation non thermique, six procédés de séparation, concentration et assèchement et de deux types d'additifs.

La prévalence de l'utilisation d'au moins une technologie de pointe est forte dans le secteur de la transformation des aliments, neuf établissements sur dix ayant adopté au moins une des 60 technologies énumérées sur le questionnaire. En ce qui concerne les domaines fonctionnels, l'information et les communications et la transformation viennent en tête, 62 % des établissements ayant adopté au moins une technologie dans chacun de ces domaines.

En tête de liste viennent les réseaux locaux utilisés par 43 % d'établissements, suivis de près par les réseaux informatiques inter-entreprises, utilisés par 37 % d'établissements. Dans la conjoncture économique actuelle, être capable d'établir des communications et de faire circuler l'information entre les divers éléments d'une organisation et entre diverses organisations est essentiel à la conduite des affaires. Le fait que les taux d'adoption de ces deux technologies soient les plus élevés observés confirment l'importance du rôle joué de nos jours par les TIC sur les lieux de travail.

4. Utilisation de la technologie

Dans la présente étude, nous utilisons comme mesure de l'utilisation de la technologie, le nombre de technologies de pointe qui ont été adoptées. Toutefois, cette méthode ne nous permet pas de déterminer effectivement comment diverses technologies sont utilisées en combinaison.

Un moyen de contourner la difficulté que pose une liste de 60 technologies consiste à recourir à l'analyse en composantes principales pour examiner comment diverses combinaisons de technologies ou diverses dimensions de l'utilisation des technologies sont liées au rendement de l'entreprise.

Nous pouvons utiliser l'analyse en composantes principales pour examiner la dimensionnalité d'un ensemble de variables — ici, quelles combinaisons des 60 technologies distinctes sont adoptées par les établissements du secteur de la transformation des aliments. Cette analyse consiste à créer à partir d'un ensemble donné de variables un ensemble de nouvelles variables, appelées composantes principales. Chaque nouvelle variable, c'est-à-dire chaque composante principale, est une moyenne pondérée de variables originales. Ces derniers sont choisis de sorte que les nouvelles variables expliquent entièrement la variance de l'ensemble original de variables et qu'elles soient orthogonales les unes par rapport aux autres (Annexe B). En étudiant la relation entre les composantes principales et le rendement de l'entreprise, nous pouvons déterminer quelles combinaisons particulières de technologie de pointe (telles que représentées par les composantes) sont associées à la croissance de la productivité.

Les vecteurs propres utilisés pour construire les composantes principales de l'utilisation des technologies sont décrits au tableau B1 de l'annexe B. Le tableau B2 de l'annexe B, donne

l'interprétation des composantes principales. Par exemple, la première composante principale reflète conjointement l'utilisation des technologies de pointe dans les domaines du contrôle des procédés, de l'information et des communications, et de l'emballage. La deuxième composante principale reflète l'utilisation combinée des technologies de pointe de tout type du domaine de la transformation. Mais, parallèlement, elle représente les établissements où les machines d'emballage de pointe, les robots et l'utilisation des données de la CAO à des fins d'approvisionnement ne sont pas importants.

L'utilisation de diverses combinaisons de technologies, telles que représentées par les composantes principales, varie selon la branche d'activité (voir l'annexe B) principalement pour deux raisons. Premièrement, certaines technologies sont particulières à une branche d'activité, comme l'élimination du son pour la branche des céréales et la réduction du stress des animaux pour celles de la viande. Deuxièmement, certaines branches d'activité utilisent simplement les technologies plus intensément. Baldwin, Sabourin et West (1999) indiquent que les laiteries et les usines de transformation des fruits et des légumes sont les plus susceptibles d'adopter de nombreuses catégories de technologies de pointe, tandis que les usines de transformation du poisson et les boulangeries sont les moins susceptibles de le faire. En ce qui concerne l'utilisation de catégories spécifiques de technologies, ces auteurs concluent que les branches des produits laitiers et des fruits et légumes sont les chefs de file pour ce qui est de l'adoption des technologies de pointe dans les domaines de la transformation et du contrôle des procédés. La branche des « autres » produits alimentaires, quant à elle, vient en tête en ce qui concerne l'utilisation des technologies de l'information.

La première composante principale, qui explique 14 % de la variance de l'ensemble original de variables binaires représentant les 60 technologies étudiées, reflète l'utilisation de technologies de pointe appartenant aux domaines du contrôle des procédés, de l'information et des communications et de l'emballage. Pour cette composante principale, les valeurs moyennes par branche d'activité les plus élevées sont celles calculées pour les branches des produits laitiers et des « autres » produits alimentaires et les plus faibles, pour celles de la boulangerie et de la transformation du poisson.

La deuxième composante principale, qui explique 6 % de la variance, met l'accent sur l'utilisation des technologies de pointe de tout type du domaine de la transformation et donne peu d'importance à l'utilisation des robots et des machines d'emballage. De nouveau, la branche des produits laitiers est celle qui obtient la cote la plus élevée, suivie de près par la branche de la viande.

De l'examen des premières composantes principales se dégagent les profils de branche d'activité suivants. Les établissements de la branche des produits laitiers favorisent quatre types de technologies, celles des domaines de la transformation, du contrôle des procédés, de l'information et des communications et de l'emballage. En revanche, leur utilisation des technologies de pointe dans le domaine de la préparation des matières en vue de la transformation est nettement moins importante. Les techniques de conservation non thermique, comme les techniques ultrasons, sont également moins importantes.

Comme la branche des produits laitiers, celle de la viande s'appuie sur les technologies de pointe de la transformation. Toutefois, contrairement à l'industrie des produits laitiers, elle accorde une grande importance aux techniques de conservation non thermique. Les techniques de séparation et de concentration dans le domaine de la transformation sont celles qui reçoivent les cotes les plus faibles. Les technologies de préparation des matières en vue de la transformation, ainsi que celles de conservation non thermique sont celles qui reçoivent les cotes les plus élevées.

Tout comme la branche des produits laitiers, celle des « autres » produits alimentaires met l'accent sur l'utilisation des technologies de pointe des domaines du contrôle des procédés, de l'information et des communications et de l'emballage. Par contre, contrairement à la branche des produits laitiers, elle accorde moins d'importance aux technologies de transformation de pointe.

Dans la branche des fruits et légumes, l'accent est mis sur les techniques de conservation thermique du domaine de la transformation. Cette branche d'activité favorise l'utilisation du chauffage infrarouge et du chauffage ohmique, voire même celle du séchage sous vide à micro-ondes, mais accorde peu d'importance à l'utilisation des technologies de pointe du domaine de la conception et de l'ingénierie, ainsi que de la conservation non thermique, comme les techniques utilisant des ultrasons et l'utilisation d'antimicrobiens chimiques.

Dans les branches de la boulangerie-pâtisserie et des céréales, l'utilisation des technologies de préparation des matières et de contrôle des procédés est plus probable que celle de la conservation thermique ou des matériaux d'emballage de pointe. La branche de la boulangerie-pâtisserie utilise aussi des technologies de l'information et des communications, de conservation thermique et de la conception et de l'ingénierie, mais accorde peu d'importance à l'utilisation des technologies de la séparation et des matériaux de pointe.

La branche de la transformation du poisson et celle de la viande ont certains points communs. Toutes deux mettent l'accent sur les technologies de préparation des matières en vue de la transformation et de conservation non thermique, et toutes deux accordent peu d'importance à l'utilisation des technologies de transformation axées sur la séparation et la concentration.

5. *Rendement et utilisation des technologies de pointe*

La présente étude a pour but d'étoffer nos travaux antérieurs montrant que le rendement d'une entreprise est associé à sa situation d'innovation.

La croissance des entreprises et des établissements dépend de nombreux facteurs, qui vont des compétences générales en gestion aux capacités opérationnelles en passant par le marketing et les ressources humaines. Ces compétences internes, qui représentent une part importante du capital de l'entreprise, dépassent le simple rendement de la R-D pour englober les activités qui permettent à une entreprise d'assimiler les nouvelles informations, puis de prendre des décisions rapides et efficaces basées sur cette information. À leur tour, les avantages dans ce domaine sont considérés comme étant associés à divers niveaux de rendement.

Malgré l'importance accordée, dans les travaux théoriques, à un grand nombre de déterminants de la réussite, les études réalisées au Canada montrent systématiquement qu'il existe un lien entre la situation d'innovation d'une entreprise et les résultats qu'elle obtient. Les études antérieures portaient sur les différences entre les compétences des entreprises prospères et celles des entreprises en déclin afin de déterminer si ces deux groupes se distinguent essentiellement par la nature de leurs activités d'innovation. Ces études, qui sont fondées sur les données de trois enquêtes distinctes, donnent des résultats similaires dans chaque cas.

Baldwin (1996), ainsi que Baldwin et Johnson (1998) constatent que, même si une entreprise doit faire de nombreuses choses mieux que les autres afin de réussir, l'innovation est le facteur qui semble distinguer les entreprises les plus prospères de celles qui le sont le moins. Baldwin, Chandler et coll. (1994) ont étudié la croissance des petites et des moyennes entreprises durant les années 1980 et constaté que la principale caractéristique qui distingue les entreprises les plus et les moins prospères est le degré d'innovation. Mesurant la réussite au moyen d'un vecteur de caractéristiques comme la croissance de la part de marché et la croissance de la productivité relative, ils constatent que les entreprises les plus prospères ont tendance à accorder une plus grande importance à la capacité de R-D et aux dépenses au titre de la R-D. Ces entreprises sont aussi plus susceptibles d'accorder plus de poids que les autres au développement de nouvelles technologies.

Johnson, Baldwin et Hinchley (1997) indiquent que, parmi les nouvelles entreprises qui sont entrées sur le marché au milieu des années 1980 et qui, durant les années 1990, ont dépassé le cap des dix premières années d'existence, la croissance de la production était étroitement associée à l'innovation. Les nouvelles entreprises dont la croissance est rapide sont deux fois plus susceptibles de mentionner une innovation et plus susceptibles d'investir dans la R-D et la technologie que celles dont la croissance est plus lente. Toutefois, les entreprises à croissance rapide sont aussi plus susceptibles d'accorder une plus grande importance à la formation, au recrutement de personnel qualifié et à l'offre de programmes de rémunération d'encouragement (Baldwin, 2000).

Ces résultats quant à l'importance accordée par les entreprises aux stratégies et aux activités innovatrices sont confirmés par deux autres études portant sur des données recueillies au niveau de l'établissement sur l'utilisation des technologies de pointe. Cette dernière est une forme

d'innovation et les établissements qui utilisent ces technologies de pointe croissent plus rapidement que les autres et augmentent leur productivité relativement à ceux qui ne les utilisent pas (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995; Baldwin et Sabourin, 2001).

En résumé, toutes ces études montrent que les entreprises qui réussissent à croître plus rapidement que les autres *acquièrent* simultanément certaines compétences innovatrices qui les distinguent des entreprises dont la croissance est plus lente. Les différences entre les compétences technologiques ont le même effet. Qu'il existe un lien entre les compétences innovatrices et technologiques n'est pas chose étonnante. Quelque 53 % de répondants à l'*Enquête sur l'innovation et les technologies de pointe de 1993* qui ont indiqué avoir adopté des technologies de pointe l'on fait de concert au lancement d'innovations visant les produits ou les procédés.

Ces résultats, fondés sur des données empiriques canadiennes, sont confirmés par des études portant sur la situation dans d'autres pays. Stoneman et Kwon (1996), Rischel et Burns (1997), Ten Raa et Wolff (1999), Van Meijl (1995) et McGuckin et coll. (1998) observent une relation positive entre l'utilisation des technologies de pointe et le rendement supérieur d'une entreprise.

Si l'on s'en tient à ces études, on a tout lieu de présumer qu'en 1998, les établissements du secteur canadien de la transformation des aliments qui utilisaient des technologies de pointe ont eu un meilleur rendement que les autres durant les années 1990. En choisissant la croissance de la productivité et celle de la part de marché comme mesures du rendement, nous cherchons à déterminer à quel point cette relation est vérifiée. Nous définissons la croissance comme étant la variation de la part de marché au cours de la période allant de 1988 à 1997, c'est-à-dire une période de dix ans avant la réalisation de l'enquête de 1998. Afin de tenir compte de l'effet de la branche d'activité, nous définissons la croissance en fonction de la part de marché, telle que calculée au niveau à quatre chiffres de la CTI de 1980, et mesurée par la différence entre les parts de marché au début et à la fin de la période. De la même façon, nous calculons la productivité relative de la main-d'œuvre en divisant la valeur ajouté totale par l'effectif total de l'établissement divisé par la même mesure calculée au niveau à quatre chiffres de la CTI[4]. La croissance de la productivité relative de la main-d'œuvre est calculée comme étant la différence entre les valeurs de cette productivité relative au début et à la fin de la période.

Dans la suite, nous comparons le rendement des établissements durant les années 1990 à leur profil technologique à la fin de la période de référence. Nous avons vu plus haut que les différences de productivité entre les établissements en croissance et les établissements en déclin n'existent pas au début de l'étude, mais commencent à se manifester au cours de la période de référence. Cette observation concorde avec la notion d'un monde où les entreprises expérimentent diverses technologies de pointe et où le marché récompense celles qui choisissent correctement celles qu'elles veulent appliquer et arrivent à les exploiter de façon appropriée. À la fin de toute période, on observe des différences de productivité entre les entreprises qui ont réussi à accroître leur part de marché et celles qui ont perdu du terrain. Par conséquent, la présente étude porte sur les différences en ce qui a trait à l'utilisation des technologies de pointe à la fin de la période et sur les variations observées de la part de marché et de la productivité

[4] Définie comme étant la valeur ajoutée pour un recensement total des opérations de fabrication divisées par l'effectif total regroupant les employés salariés et les ouvriers de production.

relative de la main-d'œuvre au cours de la période étudiée. Cette méthode nous permettra de déterminer s'il existe une association entre l'utilisation des technologies de pointe et l'amélioration du rendement[5].

Nous procédons en deux étapes. Nous commençons par réaliser une analyse bivariée visant à comparer diverses mesures du rendement à l'utilisation des technologies de pointe, puis nous procédons à une analyse multivariée consistant en une régression des mesures de rendement sur l'utilisation des technologies de pointe et sur plusieurs autres caractéristiques des établissements.

Les résultats de l'analyse bivariée de la relation entre le rendement économique et l'adoption des technologies de pointe sont présentés au tableau 4. Nous utilisons deux mesures distinctes du rendement, à savoir la croissance de la productivité relative de la main-d'œuvre (colonne I) et la croissance de la part de marché (colonne II) entre 1988 et 1997. Dans chaque cas, les établissements sont répartis en deux groupes de taille égale, c'est-à-dire ceux dont la croissance est supérieure à la médiane et ceux dont la croissance est inférieure à cette médiane, puis nous comparons les différences entre les deux groupes en ce qui a trait à l'adoption des technologies de pointe mesurée par le nombre de technologies calculé au niveau du domaine fonctionnel.

Les établissements appartenant à la moitié supérieure de la distribution de la croissance de la productivité sont plus susceptibles que les autres d'utiliser au moins une technologie de pointe. Ce résultat tient pour tous les domaines fonctionnels. Les différences les plus importantes sont celles observées pour le domaine des systèmes d'information et des communications et pour celui du contrôle des procédés.

Si l'on se sert de la part de marché pour répartir l'échantillon en deux groupes, les résultats sont comparables. Les établissements qui enregistrent la croissance la plus forte de leur part de marché ont aussi tendance à être les plus susceptibles d'adopter certaines technologies de pointe de chacun des domaines fonctionnels. Comme pour la croissance de la productivité, les différences les plus importantes sont celles observées pour le domaine des systèmes d'information et des communications et pour celui du contrôle des procédés.

[5] La méthode ne permet pas de déterminer l'effet de l'évolution de l'utilisation des technologies sur le rendement. Naturellement, il est probable que des changements dans l'utilisation des technologies de pointe aient un effet marginal, mais pour évaluer l'importance de cet effet, il est nécessaire d'utiliser une base de données longitudinale. Une étude distincte fondée sur une telle base de données est en cours.

Tableau 4. Relation entre la croissance du rendement (1988 à 1997) et l'adoption des technologies de pointe (1998)

Adoption des technologies de pointe	Croissance du rendement (1988 à 1997)			
	Productivité relative de la main-d'œuvre (I)		Part de marché (II)	
	faible	élevée	faible	élevée
	Pourcentage d'établissements utilisant les technologies			
• Transformation	61	64	60	66
• Contrôle des procédés	55*	62*	53**	63**
• Contrôle de la qualité	38	44	38	44
• Inventaire et distribution	39	44	38*	46*
• Gestion, systèmes d'information et communications	64**	72**	59***	77***
• Manutention des matières	30*	37*	30	36
• Préparation des matières	36	40	36	40
• Emballage	50	55	50	55
• Conception et ingénierie	22	28	20***	30***

Nota : *** différence statistiquement significative au niveau de confiance de 1 %; ** différence statistiquement significative au niveau de confiance de 5 %; * différence statistiquement significative au niveau de confiance de 10 %.

6. Analyse multivariée

6.1 Modèle

Dans cette section, nous utilisons un modèle multivarié pour étudier le lien entre l'utilisation des technologies de pointe et deux mesures du rendement économique des établissements du secteur de la fabrication.

Notre modèle est conditionné par la vision du monde qui suit. Afin d'atteindre leurs objectifs, les entreprises disposent de toute une gamme de stratégies parmi lesquelles elles doivent faire des choix. L'un de ceux-ci correspond à ce que nous appelons une stratégie axée sur les technologies de pointe. Cependant, afin de mettre en œuvre cette stratégie, les entreprises doivent se doter de compétences complémentaires, par exemple en mettant en place une stratégie en matière de ressources humaines. L'utilisation fructueuse de la technologie dépendra alors non seulement de l'existence de ces compétences complémentaires, mais aussi de la nature de l'environnement industriel dans lequel est exploitée l'entreprise. Par exemple, on s'attendrait à ce que des entreprises qui se trouvent dans un environnement très concurrentiel se comportent fort différemment de celles exposées à une concurrence moins intense.

Par conséquent, nous commençons par déterminer quelles caractéristiques de l'entreprise et de l'environnement sont associées à l'utilisation de la technologie. Mathématiquement :

$$1)\ T_{it} = f(C_{it}, A_{it}, I_{it})$$

Nous émettons l'hypothèse que les capacités techniques de l'entreprise sont liées à certaines de ses caractéristiques intrinsèques, comme le contrôle étranger, à ses activités, comme l'innovation, et au contexte concurrentiel. La variable T_{it} représente les capacités techniques de l'entreprise i à la période de t, autrement dit la mesure dans laquelle elle a adopté des technologies de pointe. La variable C_{it} représente les caractéristiques intrinsèques de l'entreprise, comme la taille et le contrôle étranger; A_{it} représente les activités de l'entreprise (innovations), tandis que I_{it} représente les caractéristiques au niveau de la branche d'activité (compétitivité).

Dans la deuxième équation, nous examinons les facteurs liés à la croissance de la productivité. Nous cherchons d'abord à établir si les établissements dont la croissance de la productivité est supérieure à celle des autres utilisent des technologies de pointe. Mais nous veillons à éviter le biais du déterminisme technologique. D'autres caractéristiques de l'entreprise peuvent influer sur la croissance de la productivité. Plus précisément, certaines caractéristiques qui influent sur le choix des technologies peuvent aussi avoir un effet sur cette croissance. Par exemple, le contrôle étranger peut avoir une influence non seulement sur la décision d'utiliser des technologies de fabrication plus poussée, mais aussi sur le degré d'efficacité des technologies en ce qui concerne l'accélération de la croissance de la productivité.

Mathématiquement, l'équation de la croissance de la productivité peut s'exprimer sous la forme suivante :

$$2)\ \Delta PROD_{i\,:\,t-\tau,t} = f\,(T_{it},\, C_{it},\, A_{it},\, I_{it})$$

où $\Delta PROD_{i\,:\,t-\tau,\,t}$ est une mesure de la croissance de la productivité de l'entreprise i durant la période allant de $t-\tau$ à t.

Nous établissons le lien entre le rendement durant une période déterminée (de 1988 à 1997) et l'utilisation des technologies de pointe à la fin de la période (1998). Ce faisant, nous postulons que le rendement au cours de toute période est une fonction de l'utilisation des technologies de pointe au début de la période ainsi que des changements qui surviennent durant la période.

Si nous remplaçons l'utilisation des technologies de pointe au début de la période ($T_{t-\tau}$) à laquelle sont ajoutés les changements d'utilisation durant la période ($\Delta T_{t-\tau,\,t}$) par l'utilisation des technologies de pointe à la fin de la période (T_t), nous pouvons réécrire l'équation 2 sous la forme suivante :

$$3)\ \Delta PROD_{i\,:\,t-\tau,t} = f\,(T_{t-\tau} + \Delta T_{t-\tau,\,t},\, C_{it},\, A_{it},\, I_{it})^{6}$$

Nous examinons la relation entre la croissance de la productivité de 1988 à 1997 à l'utilisation des technologies de pointe à la fin de la période, car l'adoption et l'utilisation des technologies de pointe comportent un processus d'apprentissage. Donc, en principe, les variations de la productivité de la main-d'œuvre résultant de l'adoption de technologies de pointe devraient survenir lentement, à mesure que les directeurs d'usines apprennent à utiliser ces technologies de la façon la plus efficace possible. Puisque les avantages ou les gains résultants de l'adoption de

[6] The estimated coefficient from such an equation will be a weighted average of the coefficients that are attached to each of $T_{t-\tau}$ and $\Delta T_{t-\tau,\,t}$

technologies de pointe ne sont pas réalisés immédiatement, l'effet de l'utilisation de ces technologies sur le rendement est décalé et la croissance de la productivité durant toute période dépendra de l'utilisation des technologies au début de la période. Nous nous attendons aussi à ce qu'une augmentation de l'utilisation des technologies de pointe durant la période ait une incidence sur le rendement relatif au cours de la période. Certains avantages de l'adoption de nouvelles technologies seront ressentis immédiatement, mais pas tous.

Cela pourrait être le cas pour la croissance de la productivité et l'utilisation des technologies de pointe qui sont des variables endogènes, autrement dit des variables qui sont chacune corrélées au terme d'erreur. La mesure dans laquelle il en est ainsi dépendra de la structure du retard de l'effet sur le rendement inhérent à la technologie utilisée. Si le décalage avec lequel se manifestent les effets de l'utilisation des technologies sur le rendement de l'entreprise est assez long, le rendement durant la période étudiée sera principalement une fonction de l'utilisation des technologies au début de la période et dépendra moins des apports technologiques durant la période. De surcroît, il pourrait y avoir un décalage entre l'amélioration du rendement de l'entreprise et les acquisitions subséquentes de machines et de matériel dans lesquels sont intégrées des technologies de pointe.

Nous examinons la question de l'endogénéité éventuelle au moyen du test de Hausman (1978) et rejetons l'hypothèse de la simultanéité de la croissance de la productivité et de l'utilisation de la technologie. Par conséquent, nous appliquons une méthode de régression par les moindres carrés ordinaires pour établir l'équation de la croissance de la productivité.

Nous prévoyons aussi que la croissance supérieure de la productivité relative de la main-d'œuvre sera reflétée par une croissance plus importante de la part de marché. Au fur et à mesure qu'augmente leur productivité relative, les entreprises peuvent profiter de ce meilleur rendement pour baisser leurs prix ou améliorer la qualité de leurs produits. Dans l'un et l'autre cas, leur part de marché devrait augmenter. Nous supposons aussi qu'outre l'effet de la croissance de la productivité, les autres caractéristiques des établissements, des entreprises et de l'environnement peuvent influer sur la croissance de la part de marché.

Mathématiquement, nous pouvons exprimer cette hypothèse comme suit :

$$4)\ \Delta MKSHAR_{i\,:\,t-\tau,\,t} = f\,(\Delta PROD_{i\,:\,t-\tau,\,t},\ C_i,\ A_i,\ I_i)$$

où $\Delta MKSHAR_{i\,:\,t-\tau,\,t}$ représente la croissance de la part de marché de l'entreprise i au cours de la période allant de $t-\tau$ à t.

Dans cette formule, la croissance de la productivité est le moteur de la croissance de la part de marché. Il pourrait y avoir un effet rétroactif de la croissance de la part de marché sur la croissance de la productivité (p. ex., allant de la croissance de la part de marché à l'augmentation des acquisitions technologiques en passant par l'augmentation de la rentabilité), mais les décalages qui caractérisent ce processus rendent la simultanéité peu probable. Nous avons examiné cette possibilité en exécutant des régressions par les doubles moindres carrés pour les équations 2 et 4. L'introduction de la part de marché dans l'équation de la croissance de la

productivité n'a eu aucun effet significatif[7] et les corrections introduites dans l'équation 4 pour tenir compte de la croissance endogène de la productivité n'ont eu aucun effet significatif sur les estimations des paramètres produites par méthode des moindres carrés ordinaire. Par conséquent ce sont les résultats de cette dernière que nous présentons ici.

Enfin, il convient de souligner que les équations 2 et 4 sont toutes deux sous forme de différence première, car nous nous intéressons naturellement à la croissance du rendement au cours du temps. En calculant les différences premières, nous éliminons le problème des effets fixes, si ceux-ci demeurent constants au cours du temps. Cependant, comme il pourrait ne pas en être ainsi, un problème de spécification pourrait persister dans les deux équations. Le fait d'inclure un grand nombre de caractéristiques et d'activités de l'entreprise dans les équations 2 et 4 a, en partie, pour fonction supplémentaire de corriger le problème persistant de la variation des effets fixes.

6.1.1 Utilisation des technologies

En nous appuyant sur des travaux antérieurs (Baldwin et Diverty, 1995; Baldwin et Johnson, 1998; Baldwin, Sabourin et West, 1999), nous postulons que l'utilisation des technologies est une fonction de nombre de caractéristiques de l'entreprise et de la branche d'activité.

Caractéristiques de l'établissement

La taille de l'établissement est incluse dans le modèle pour tenir compte de plusieurs facteurs. Premièrement, les grands établissements comptent vraisemblablement un plus grand nombre de domaines fonctionnels que les autres et, par conséquent, sont plus susceptibles d'utiliser un grand nombre de technologies de pointe. Deuxièmement, les grands établissements ont tendance à investir davantage, par dollar de chiffre de vente, dans de nouveaux biens d'équipement et sont, par conséquent, plus susceptibles de consacrer une partie de leur investissement aux technologies de pointe. Troisièmement, les grands établissements sont plus susceptibles que les autres d'avoir les capacités financières et informatiques nécessaires pour adopter de nouvelles technologies de pointe. Nous nous servons des données sur l'emploi comme mesure de taille.

La nationalité de la société mère de l'établissement (pays de contrôle) est incluse dans le modèle, puisque les entreprises multinationales jouent un rôle important dans la mondialisation des technologies de pointe (Caves, 1982). Les avantages des multinationales sont habituellement liés à leur taille, leur expertise et leurs ressources financières. Le pays de contrôle est représentée par une variable binaire qui prend une valeur de un si l'établissement est sous contrôle étranger et une valeur nulle s'il est sous contrôle canadien.

---

[7] Notons que nous n'excluons pas la possibilité de la simultanéité. Toutefois, les données utilisées ici ne nous permettent pas de discerner son effet. L'effet non significatif de l'introduction de la part de marché dans l'équation de la croissance de la productivité relative par la méthode des doubles moindres carrés tient en partie au faible pouvoir explicatif de l'équation qui prédit la croissance de la part de marché. Cette croissance est un processus stochastique qu'il est difficile de prédire dans les meilleures circonstances. Par conséquent, le choix de la méthode utilisée ici résulte autant de nos hypothèses a priori quant à la nature du mécanisme de décalage qu'au résultat de tests statistiques définitifs sur l'endogénéité.

Nous incluons la variable de taille pour plusieurs raisons. Elle sert souvent d'approximation des effets d'échelle. Mais elle représente aussi une approximation des différences entre les capacités internes des entreprises. Les compétences des entreprises sont rarement incluses dans les études économiques du processus d'innovation[8]. Pourtant, au fil du temps, les entreprises accumulent des compétences qui jouent un rôle important dans leur croissance globale et leur prospérité. Baldwin et Johnson (1998) concluent, à la fin de leur étude des petites et des moyennes entreprises, que les plus innovatrices accordent une plus grande importance aux compétences en marketing, en finance, en production et en gestion des ressources humaines que leurs homologues moins innovatrices. Les entreprises qui utilisent les technologies de pointe comptent parmi les plus innovatrices et, par conséquent, pourraient accumuler ces diverses catégories de compétences afin de pouvoir intégrer les nouvelles technologies à leurs procédés de production.

En principe, la capacité qu'a une entreprise d'adopter de nouvelles technologies devrait dépendre de plusieurs types de compétences qu'elle possède. Pour construire un ensemble de mesures reflétant une gamme de compétences qui, selon nos travaux antérieurs, sont liées à la situation d'innovation d'une entreprise (Baldwin et Johnson, 1998), nous utilisons les réponses recueillies lors de l'Enquête sur le secteur de la transformation des aliments lorsqu'on a demandé aux répondants d'évaluer l'importance d'un ensemble de facteurs, allant de la gestion au marketing et à la gestion des ressources humaines. Les entreprises ont indiqué l'importance qu'elles accordaient à diverses stratégies dans les domaines du marketing, de la technologie, de la production, de la gestion et des ressources humaines sur une échelle d'attitude à 5 points allant de 1 (importance très faible) à 5 (importance très élevée).

Nous avons construit trois variables de compétence d'après les réponses des entreprises à cet ensemble de questions. Nous nous sommes servis des réponses à trois questions pour construire une variable de *stratégie commerciale*. Les questions visent à évaluer l'importance qu'accorde l'entreprise au lancement de nouveaux produits sur les marchés existants, au lancement des produits existants sur de nouveaux marchés et au lancement de nouveaux produits sur de nouveaux marchés. De la même façon, nous avons construit une variable de *stratégie technologique* d'après les réponses à trois autres questions visant à déterminer l'importance accordée à l'utilisation des technologies mises au point par des tiers, à la mise au point de nouvelles technologies et à l'amélioration des technologies existantes. Enfin, nous avons combiné les *stratégies en matière de gestion et de ressources humaines* en une seule catégorie. Nous nous sommes servi de six questions pour construire cette variable. Elles mesurent l'importance qu'accordent l'entreprise à l'amélioration continue de la qualité, à l'adoption de structures organisationnelles innovatrices, à l'utilisation des technologies de l'information, à la formation continue du personnel, à l'adoption de systèmes de rémunération innovateurs et au recrutement de personnel qualifié.

Les cotes attribuées par une entreprises aux variables de stratégie représentent les compétences sous-jacentes de l'entreprise. Nous recourrons à l'analyse factorielle pour représenter ces compétences sous-jacentes[9]. Nous avons construit et utilisé deux facteurs pour chacune des trois variables de compétence (voir l'annexe C).

---

[8] Pour une exception, consulter Baldwin et Hanel (2003).

[9] Les facteurs ont été déterminés par analyse en composantes principales.

Activités de l'entreprise

Le besoin de technologies de pointe est également sous-tendu par certaines activités de l'entreprise. Par exemple, les établissements adoptent diverses pratiques commerciales et techniques qui nécessitent l'utilisation de technologies de pointe. Certaines, comme le système de l'analyse des risques-point critique pour leur maîtrise et le programme de l'amélioration de la salubrité des aliments (PASA) visent à améliorer la qualité des produits fabriqués par l'entreprise. D'autres sont utilisées pour gérer les matières utilisées par l'entreprise. La planification des besoins-matières et le contrôle de l'inventaire au moment adéquat sont deux exemples de ce genre de pratiques. Un troisième ensemble inclut les techniques visant à augmenter la vitesse, l'efficacité et l'efficience du développement des produits et des procédés. À titre d'exemple mentionnons le prototypage rapide et la conception technique simultanée. Chacune de ces activités nécessite l'utilisation de technologies de pointe ou est facilitée par leur utilisation.

Selon des études antérieures (Gordon et Wiseman, 1995; Baldwin et Sabourin, 2000), l'adoption de ce genre de pratique, particulièrement celles consacrées au développement de produits et de procédés, donne aux entreprises un avantages concurrentiel et augmente la probabilité qu'elles soient innovatrices. L'utilisation de pratiques techniques et commerciales de pointe est un complément important de l'utilisation des technologies de pointe (Baldwin et Sabourin, 2000),

Nous avons construit trois variables binaires pour rendre compte des effets de l'utilisation des pratiques de pointe. La première indique si les pratiques adoptées par un établissement visent à améliorer la qualité, la deuxième, si elles sont axées sur la gestion des matières et la troisième, si elles sont centrées sur le développement des produits et des processus.

Chacune des ces trois variables binaires prend une valeur de 1 si l'entreprise recourt à l'une des pratiques énumérées dans le groupe, et une valeur nulle autrement.

Les pratiques visant à améliorer la qualité énoncées sur le questionnaire de l'enquête sont au nombre de huit, à savoir l'amélioration continue de la qualité, l'analyse comparative, le contrôle par échantillonnage, l'accréditation des fournisseurs, les bonnes pratiques de fabrication, le système de l'analyse des risques-point critique pour leur maîtrise, le programme d'amélioration de la salubrité des aliments et l'attestation de la qualité des produits de l'usine.

Sont aussi énumérées sept pratiques ayant trait à la gestion des matières, à savoir la planification des besoins-matières, la planification des ressources de production, la réduction du délais de modification des procédés, le contrôle de l'inventaire au moment adéquat, la gestion électronique des bons de fabrication, l'échange électronique des données et la planification des ressources de distribution.

Enfin, neuf pratiques énoncées ont trait au développement de produits et de procédés, à savoir le prototypage rapide, le déploiement de la fonction qualité, les équipes interfonctionnelles de concepteurs, la conception technique simultanée, la conception assistée par ordinateur, l'amélioration continue, l'analyse comparative des procédés, la simulation des procédés et l'analyse de la valeur ajoutée des procédés.

Les entreprises innovatrices sont plus susceptibles d'utiliser les technologies de pointe parce que ces dernières sont souvent associées au lancement de nouveaux produits ou à l'adoption de nouveaux procédés (Baldwin et Sabourin, 2001).

Dans la présente étude, nous mesurons la situation d'innovation de l'entreprise de deux façons : premièrement, au moyen d'une variable qui exprime la mesure dans laquelle des innovations sont produites et deuxièmement, au moyen d'une variable qui indique si l'entreprise fait ou non de la R-D.

Pour tenir compte des caractéristiques des innovations, nous classons les entreprises dans cinq catégories mutuellement exclusives, à savoir les innovateurs spécialisés dans les procédés, les innovateurs spécialisés dans les produits, les innovateurs mixtes, les innovateurs complets et les non-innovateurs. Les innovateurs spécialisés dans les procédés sont ceux qui se spécialisent dans l'adoption de nouveaux procédés. Les innovateurs spécialisés dans les produits sont ceux qui visent avant tout à lancer de nouveaux produits. Les innovateurs mixtes sont les établissements qui introduisent une combinaison de nouveaux procédés et de nouveaux produits, qui peuvent être associés ou non à un nouveau procédé. Enfin, les innovateurs complets sont ceux qui lancent des innovations de tous les types. Nous avons construit cinq variables binaires pour représenter ces cinq catégories d'innovation.

En outre, nous avons inclus une variable binaire qui indique si un établissement a déclaré faire de la R-D. Contrairement aux variables d'innovation qui indiquent si le processus d'innovation a porté fruit, cette variable rend compte des intrants du processus d'innovation. Une entreprise pourrait ne lancer aucun nouveau produit ou procédé malgré son investissement dans la R-D. Par conséquent, nous utilisons les deux variables.

Environnement industriel

La technologie utilisée pourrait être liée à l'environnement concurrentiel de l'entreprise. On pourrait s'attendre à ce que les entreprises qui écoulent leurs produits sur un marché où la concurrence est féroce se voient davantage pressées d'adopter de nouvelles technologies.

Nous mesurons la concurrence de deux façons. Pour commencer, nous déterminons le nombre de concurrents. Nous répartissons les établissements en trois groupes, selon le nombre de concurrents auxquels ils font face, c'est-à-dire cinq ou moins, six à 20 et plus de 20. Nous utilisons trois variables binaires pour représenter ces catégories concurrentielles.

Nous recourons aussi à une autre méthode. On a demandé aux directeurs d'usines d'évaluer l'importance qu'a pour leur branche d'activité un ensemble de facteurs qui, globalement, déterminent l'environnement concurrentiel de leur établissement, c'est-à-dire si les importations font une forte concurrence à leur entreprise, s'il est facile de prévoir la demande des consommateurs, s'il est facile de prévoir ce que feront les concurrents, si l'arrivée de nouveaux concurrents est une menace constante, si les produits deviennent vite désuets, si la technologie de production évolue rapidement, si les concurrents peuvent facilement choisir d'autres fournisseurs et si les clients ou les fournisseurs peuvent devenir des concurrents.

Les cotes attribuées pour ces catégories sont totalisées sur l'ensemble des huit énoncés. Une cote agrégée élevée donne à penser que l'environnement est fortement concurrentiel, tandis qu'une cote agrégée faible suggère la situation inverse.

Enfin, nous avons inclus des variables binaires pour tenir compte des caractéristiques de la branche d'activité. Nous avons utilisé sept branches du secteur de la transformation des aliments, à savoir celles de la boulangerie-pâtisserie, des céréales, des produits laitiers, des fruits et légumes, de la transformation du poisson, de la viande et d'autres produits alimentaires.

6.1.2 Croissance de la productivité

Caractéristiques de l'entreprise

Nous émettons l'hypothèse que la croissance de la productivité est une fonction du profil technologique de la branche d'activité. Nous représentons l'utilisation des technologies de pointe de deux façons. Dans le premier cas, nous nous servons d'une mesure de l'intensité de l'utilisation. Dans le deuxième, nous employons une mesure des diverses combinaisons de technologie utilisées.

Pour mesurer l'intensité de l'utilisation, nous employons le nombre de technologies qu'un établissement a adoptées. Comme 60 technologies de pointe sont énumérées sur le questionnaire de l'enquête, il s'agit d'une variable dont la valeur varie de 0 à 60. Pour mesurer les diverses combinaisons de technologies de pointe utilisées, nous recourons à l'analyse en composantes principales, dont nous avons discuté à la section 4.

Il est également probable que la croissance de la productivité soit une fonction de la variation de l'intensité de capital. Comme l'utilisation des technologies de pointe s'accroît probablement lorsque cette intensité augmente, notre mesure de l'utilisation des technologies pourrait simplement refléter l'intensité technologique. Bien que cette question présente un intérêt intrinsèque, nous aimerions aussi savoir si l'utilisation de technologies de pointe importe encore lorsqu'on a tenu compte de l'effet de l'intensité de capital car, dans ces conditions, ce n'est pas tant la quantité que la catégorie de capital employé qui importe. Pour le modèle de l'intensité de capital, nous incluons aussi l'augmentation de la rentabilité relative de l'établissement (c.-à-d. le ratio des bénéfices aux ventes) de l'établissement, puisqu'en moyenne, cette mesure de la rentabilité est fortement corrélée à l'intensité de capital.

Nous postulons aussi que la croissance de la productivité dépend de la valeur de la productivité au début de la période afin de pouvoir calculer la régression vers la moyenne. Selon des études antérieures (Baldwin, 1995; Baldwin et Sabourin, 2001) et les tableaux présentés à la cinquième section de ce rapport, au cours de la période étudiée, on observe généralement une régression vers la moyenne des caractéristiques des établissements.

Enfin, nous incluons le même ensemble de caractéristiques de l'entreprise — pays de contrôle, compétences, intensité de l'innovation et environnement concurrentiel — que celui utilisé dans l'équation sur l'utilisation des technologies afin de déterminer si, au lieu de dépendre

uniquement de la technologie, la croissance de la productivité dépend aussi d'un plus large éventail de caractéristiques de l'entreprise.

Nous incluons le pays de contrôle puisque, selon des travaux antérieurs, la croissance de la productivité de la main-d'œuvre a été plus forte dans les établissements sous contrôle étranger que dans ceux sous contrôle canadien durant les années 1980 et 1990 (Baldwin et Dhaliwal, 2001).

Nous incluons les variables de compétences afin de vérifier si les caractéristiques sous-jacentes des entreprises qui sont associées à l'utilisation des technologies influent aussi sur la croissance de la productivité. L'intégration de ces variables dans le modèle nous fournit non seulement des éclaircissements sur le genre de compétences qui sont associées à la croissance de la productivité, mais nous aide aussi à réduire le problème économétrique des effets fixes. Les auteurs d'études économiques ont consacré beaucoup d'énergie à essayer de déterminer si des équations comparables à celles que nous proposons d'estimer ici produisent des estimations biaisées des paramètres des variables indépendantes si l'on omet de tenir compte des effets fixes au niveau de l'établissement qui sont corrélés aux variables incluses dans le modèle. Des études antérieures ont montré que l'adoption des technologies de pointe est corrélée aux activités de R-D, à l'innovation et à l'utilisation de pratiques commerciales et techniques de pointe. Par conséquent, une régression qui comprend l'utilisation des technologies de pointe, mais n'inclut aucune caractéristique ni activité de l'entreprise risque d'attribuer à l'adoption des technologies de pointe tout effet dû à des compétences et à des activités intrinsèques. La corrélation entre l'utilisation des technologies et la croissance de la productivité pourraient simplement refléter le fait qu'en plus de recourir à plus grande échelle aux technologies de pointe, les entreprises les plus florissantes font une foule d'autres choses qui influent également sur leur croissance (voir McGuckin et coll., 1998). L'inclusion de plusieurs mesures des caractéristiques et activités de l'entreprise permettra, du moins l'espérons-nous, de résoudre ce problème.

Des études antérieures (Lichtenberg et Siegel, 1991; Hall et Mairesse, 1995; Dilling-Hansen et coll., 1999) indiquent que la R-D a un effet positif sur la productivité. Dans la présente étude, nous cherchons également à savoir si les activités de R-D et l'innovation ont un effet sur le niveau de productivité après que l'on ait tenu compte de l'ensemble des technologies utilisées.

La croissance de la productivité pourrait aussi être associée à l'environnement concurrentiel de l'entreprise. On pourrait s'attendre à ce que les entreprises qui écoulent leurs produits sur des marchés où la concurrence est vive affichent des gains plus importants de productivité que celles soumises à une concurrence moins intense. Par conséquent, nous avons inclus une mesure de l'environnement concurrentiel.

6.1.3 Croissance de la part de marché

Le troisième modèle que nous estimons vise à étudier les corrélats de la croissance de la part de marché. Nous postulons que cette dernière dépend de facteurs qui donnent à l'entreprise un avantage par rapport à ses rivales.

Pour commencer, nous posons que la croissance de la part de marché est une fonction à la fois des avantages tirés de la productivité de la main-d'œuvre au début de la période et de la croissance de cette productivité au cours de la période étudiée. Nous considérons que la productivité au début de la période représente l'avantage relatif à ce moment-là, tandis que la croissance de la productivité reflète l'évolution de cet avantage au cours de la période.

Dans notre formule, la croissance de la productivité relative de la main-d'œuvre constitue une approximation d'une foule de facteurs qui sont liés à l'efficacité technique, à la variation de l'intensité de capital et à d'autres compétences de l'entreprise, allant des compétences en gestion aux stratégies en matière de ressources humaines, comme la formation.

Mais nous incluons aussi explicitement certaines mesures des compétences de l'entreprise. Nous introduisons dans l'équation de la part de marché des mesures de l'importance accordée par les entreprises aux stratégies commerciales, aux stratégies de développement de technologies et aux stratégies en matière de gestion et de ressources humaines. Nous pouvons ainsi déterminer si ces compétences influent sur la croissance de la part de marché indépendamment de leur effet indirect sur la croissance de la productivité par la voie de l'utilisation des technologies.

Bien que nous ayons déjà inclus l'utilisation des technologies de pointe dans l'équation de la productivité de la main-d'œuvre, nous l'introduisons aussi dans celle de la part de marché pour déterminer si les technologies de pointe ont sur la croissance de la part de marché un effet distinct de leur effet sur la croissance de la productivité relative de la main-d'œuvre. L'utilisation de technologies de pointe permet non seulement de réaliser des progrès relatifs quant aux coûts, lesquels sont reflétés par une baisse des prix des produits, mais donne aussi plus de souplesse aux procédés de production et améliore la qualité des produits fabriqués (Baldwin, Sabourin et Rafiquzzaman, 1996; Baldwin, Sabourin et West, 1999). Ainsi, on pourrait s'attendre à observer un effet sur la croissance de la part de marché indépendamment de l'effet sur la croissance de la productivité de la main-d'œuvre.

Les autres variables incluses dans l'équation de la part de marché sont essentiellement les mêmes que celles utilisées dans le modèle de la croissance de la productivité relative, avec l'ajout de la part de marché au début de la période pour permettre la régression vers la moyenne.

6.1.4 Spécification du modèle

Nous avons estimé trois équations distinctes. La première décrit l'utilisation des technologies, la seconde, les corrélats de la croissance de la productivité et la troisième, ceux de la croissance de la part de marché. Les régressions que nous avons calculées sont les suivantes :

1) $\text{TECH} = \alpha_0 + \alpha_1 * \text{SIZE88} + \alpha_2 * \text{FOREIGN} + \alpha_3 * \text{R-D} + \alpha_4 * \text{COMPET} + \alpha_5 * \text{PRACTICES} + \alpha_6 * \text{COMPENV} + \alpha_7 * \text{STRATEGIES} + \alpha_8 * \text{INNOV} + \alpha_9 * \text{INDUSTRY}$

2) $\text{PRODGRTH} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TECH} + \beta_2 * \text{SIZE88} + \beta_3 * \text{FOREIGN} + \beta_4 * \Delta\text{CAPINT} + \beta_5 * \text{LABPROD88} + \beta_6 * \text{R-D} + \beta_7 * \text{COMPET} + \beta_8 * \text{PRACTICES} + \beta_9 * \text{COMPENV} + \beta_{10} * \text{STRATEGIES} + \beta_{11} * \text{INNOV} + \beta_{12} * \text{INDUSTRY}$

3) SHARGRTH = $\gamma_0 + \gamma_1$*TECH + γ_2*SIZE88 + γ_3*FOREIGN + γ_4*LABPROD88 + γ_5*ΔLABPROD + γ_6*MKTSHR88 + γ_7*R-D + γ_8*COMPET + γ_9*PRACTICES + γ_{10}*COMPENV + γ_{11}STRATEGIES + γ_{12}*INNOV + γ_{13}*INDUSTRY

où *TECH* mesure l'utilisation des technologies de pointe par l'établissement;
PRODGRTH mesure la croissance de la productivité relative de la main-d'œuvre d'un établissement;
SHARGRTH mesure la croissance de la part de marché d'un établissement;
SIZE88 mesure l'effectif de l'établissement au début de la période;
FOREIGN indique si l'établissement est ou non sous contrôle étranger;
ΔCAPINT indique l'intensité de capital d'un établissement grâce à la variation de la rentabilité;
ΔLABPROD mesure la variation de la productivité relative de la main-d'œuvre au cours du temps;
LABPROD88 mesure le niveau de productivité de la main-d'œuvre au début de la période;
MKTSHR88 mesure la part de marché au début de la période;
R-D indique si un établissement fait ou non de la R-D;
COMPET indique le nombre de concurrents d'une entreprise;
PRACTICES mesure l'utilisation de pratiques commerciales et techniques de pointe;
COMPENV mesure l'intensité de la concurrence dans une branche d'activité;
STRATEGIES mesure les compétences d'une entreprise;
INNOV mesure les caractéristiques innovatrices d'une entreprise;
INDUSTRY indique tout effet lié à la branche d'activité.

6.2 Résultats empiriques

Le tableau 5 donne les statistiques sommaires relatives aux variables dépendante et indépendantes des régressions par les MCO dont les variables dépendantes sont la croissance de la productivité et la croissance de la part de marché. Par exemple, en 1998, le nombre moyen de technologies de pointe (TECH) adoptées par les établissements de transformation des aliments était de 7,4, l'effectif moyen de ces établissements était de 72 employés et 61 % d'entre eux faisaient de la R-D.

Les résultats des régressions par les MCO visant à déterminer l'effet de l'utilisation des technologies, telle que mesurée par le nombre de technologies adoptées, sont présentés au tableau 6. Les résultats pour la croissance de la productivité et pour celle de la part de marché sont présentés aux tableau 7, 8 et 10. Le tableau 7 contient les résultats pour un ensemble réduit de variables, tandis que les tableaux 8 et 10 présentent les résultats pour un ensemble élargi de variables. L'interprétation des résultats de l'analyse en composantes principales pour la variable de technologie sont présentés aux tableaux 9 et 11 pour les équations de la croissance de la productivité et de celle de la part de marché, respectivement. Toutes les régressions sont pondérées et sont estimées en prenant pour référence un établissement exclu qui est sous contrôle canadien, ne fait pas de R-D et appartient à la branche de la boulangerie-pâtisserie.

Tableau 5. Statistiques sommaires pour les variables dépendante et indépendantes des régressions (résultats pondérés au niveau des établissements)

Variables	Description	Moyenne	Écart-type
1. Variables dépendantes			
PRODGRTH	Croissance de la productivité relative de la main- d'œuvre	0,022	0,045
SHARGRTH	Croissance de la part de marché	0,001	0,003
2. Utilisation des technologies			
TECH	Nombre de technologies	7,38	0,26
3. Caractéristiques de l'entreprise			
SIZE88	Effectif de l'établissement	71,78	4,49
FOREIGN	Contrôle étranger	0,13	0,01
R-D	Activité de R-D	0,61	0,02
MKTSHR88	Part de marché initiale	0,008	0,001
LABPROD88	Productivité relative initiale de la main-d'œuvre	0,89	0,03
CAPINT	Intensité de capital	0,42	0,36
4. Caractéristiques de la branche d'activité			
BAKERY	Boulangerie-pâtisserie		
CEREAL	Céréales	0,17	0,02
DAIRY	Produits laitiers	0,12	0,01
FISH	Transformation du poisson	0,14	0,02
FRUIT AND VEGETABLES	Fruits et légumes	0,07	0,01
MEAT	Viande	0,19	0,02
OTHER	Autres produits alimentaires	0,19	0,02

6.2.1 Utilisation des technologies

Le nombre de technologies utilisées est une fonction positive de la taille et du pays de contrôle. Comme il l'a été observé à plusieurs reprises (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995; Baldwin et Sabourin, 1995; Baldwin, Sabourin et West, 1999), l'analyse montre que les grands établissements utilisent un plus grand nombre de technologies de pointe que les petits.

Nous confirmons aussi que les établissements sous contrôle étranger ont tendance à adopter un plus grand nombre de technologies de pointe que les autres, même si l'on tient compte de l'effet de leur plus grande taille (Baldwin, Rama et Sabourin, 1999).

Les entreprises qui sont plus innovatrices que les autres sont plus susceptibles d'utiliser des technologies de pointe, résultat qui confirme ceux de l'*Enquête sur l'innovation et les technologies de pointe de 1993* selon lesquels nombre d'entreprises qui innovent adoptent parallèlement de nouvelles technologies de fabrication de pointe (Baldwin et Hanel, 2003). L'exécution de travaux de R-D est positivement corrélée à l'utilisation des technologies, mais l'effet de cette variable devient non significatif lorsqu'on introduit les variables d'innovation dans le modèle. Les catégories d'innovation qui sont corrélées positivement à l'utilisation des technologies de pointe comportent toutes certains aspects de l'innovation dans le domaine des procédés.

Tableau 6. Régressions de l'utilisation des technologies (résultats pondérés au niveau des établissements)

	MODÈLE 1	MODÈLE 2	MODÈLE 3
Coordonne à l'origine	-3,80***	-4,21***	-1,72*
Taille de l'établissement			
Effectif — 1988	0,017***	0,016***	0,014***
Pays de contrôle			
Étranger	1,81***	1,54**	1,22*
Innovation			
Spécialisation dans les procédés	-	1,92**	1,32
Spécialisation dans les produits	-	0,96	0,77
Mixte	-	2,67***	2,29***
Complète	-	3,83***	3,38***
R-D			
Activités courantes de R-D	1,09**	0,45	0,11
Concurrence			
6 à 20 concurrents	1,06**	0,71	0,49
Plus de 20 concurrents	1,12**	0,96*	0,73
Pratiques commerciales			
Qualité des produits	1,94***	1,42*	0,37
Gestion	2,54***	2,52***	2,15***
Développement de produits/procédés	3,24***	2,78***	2,54***
Stratégies de l'entreprise			
Technologie			
- facteur 1	-	-	0,78***
- facteur 2	-	-	0,16
Marketing			
- facteur 1	-	-	-0,10
- facteur 2	-	-	-0,18
Gestion/ressources humaines			
- facteur 1	-	-	0,45*
- facteur 2	-	-	-0,38**
Branche d'activité			
Céréales	1,53**	1,92***	1,71***
Produits laitiers	4,43***	4,31***	4,10***
Transformation du poisson	1,45*	1,46*	1,22
Fruits et légumes	2,12***	2,34***	2,44***
Viande	3,17***	3,19***	3,11***
Autres produits alimentaires	2,30***	1,98***	1,83***
Statistiques sommaires			
N	538	538	538
F(degrés de liberté)	F(14 523) = 26,90	F(18 519) = 23,27	F(24 513) = 19,07
R^2	0,38	0,43	0,46

Nota : *** statistiquement significatif au niveau de confiance de 1 %; ** statistiquement significatif au niveau de confiance de 5 %; * statistiquement significatif au niveau de confiance de 10 %.

Deux groupes de pratiques commerciales sont positivement et significativement corrélés à l'utilisation des technologies de pointe, après que l'on ait tenu compte de l'effet des compétences de l'entreprise. Certaines activités, comme la gestion des matières et le développement de produits ou de procédés, sont les moteurs de l'adoption des technologies de pointe. Les pratiques ayant trait à la qualité des produits sont corrélées positivement à l'utilisation des technologies,

mais l'importance de leur effet diminue considérablement lorsqu'on introduit les variables d'innovation dans le modèle.

La plupart des caractéristiques sous-jacentes n'ont plus d'effet significatif lorsqu'on inclut les autres variables de contrôle. Adopter une stratégie axée sur les technologies (mettre au point de nouvelles technologies et améliorer les technologies existantes) importe évidemment. Mais il en est de même du deuxième facteur du groupe de stratégies en matière de gestion et de ressources humaines. Les résultats montrent que l'adoption d'un régime de rémunération innovateur, de technologies de l'information et de structures organisationnelles innovatrices entraîne une utilisation plus importante des technologies de pointe.

6.2.2 Croissance de la productivité de la main-d'œuvre

La croissance de la productivité relative de la main-d'œuvre est positivement et significativement corrélée à l'utilisation des technologies de pointe (colonne 1, tableau 7). Durant les années 1990, l'utilisation plus importante des technologies de pointe a été associée à une croissance plus forte de la productivité.

Le coefficient de la variable de productivité relative au début de la période est négatif et fortement significatif. Il y a donc une régression vers la moyenne de la productivité relative. Les établissements dont la productivité relative de la main-d'œuvre était forte au début de la période ont vu décliner cette dernière. Inversement, ceux dont la productivité relative de la main-d'œuvre était inférieure à la moyenne au début de la période l'ont vue augmenter comparativement à celle des autres établissements.

La croissance de l'intensité de capital a un effet important et significatif sur la croissance de la productivité relative de la main-d'œuvre qui confirme les données déjà publiées.

Ni le pays de contrôle ni la taille de l'établissement n'est corrélé significativement à la croissance de la productivité relative de la main-d'œuvre au cours de la période. Les deux coefficients ont une valeur positive, mais non significative.

Ni le rendement de la R-D ni la branche d'activité n'est un déterminant significatif de la croissance de la productivité relative d'un établissement. Ce résultat donne à penser que les effets fixes que reflètent ces variables ne biaisent pas les estimations de l'effet des technologies sur la croissance de la productivité.

6.2.3 Croissance de la part de marché

La croissance de la productivité de la main-d'œuvre au cours de la période est un facteur qui contribue positivement et de façon fortement significative à la croissance de la part de marché (colonne 2, tableau 7). Par contre, le niveau de productivité de la main-d'œuvre au début de la période n'a aucun effet significatif sur cette croissance.

Tableau 7. Régressions de la croissance de la productivité et de la croissance de la part de marché (1988 à 1997)—(résultats pondérés au niveau des établissements)

	Δ Productivité relative de la main-d'œuvre	Δ Part de marché
Coordonnée à l'origine	0,215*	0,0006
Utilisation des technologies de pointe		
Nombre de technologies	0,014**	0,0001*
Taille de l'établissement		
Effectif - 1988	0,0005	8e-6
Pays de contrôle		
Étranger	0,092	0,002
Intensité de capital		
Variation de la rentabilité de 1988 à 1997	0,020***	---
Productivité initiale de la main-d'œuvre		
Productivité relative de la main-d'œuvre – 1988	-0,442***	-0,0003
Croissance de la productivité de la main-d'œuvre		
Croissance de la productivité relative de la main-d'œuvre	---	0,002***
Part de marché initiale		
Part de marché - 1988	---	0,013
R-D		
Activités courantes de R-D	-0,128	-0,0008
Branche d'activité		
Céréales	0,131	-0,0001
Produits laitiers	0,255	-0,0005
Transformation du poisson	0,033	-0,0002
Fruits et légumes	0,059	0,0008
Viande	0,211	-0,0001
Autres produits alimentaires	0,132	-0,0008
Statistiques sommaires		
N	524	537
F(degrés de liberté)	(12,511) = 4,61	(13,523) = 1,94
R^2	0,15	0,07

Nota : *** statistiquement significatif au niveau de confiance de 1 %; ** statistiquement significatif au niveau de confiance de 5 %; * statistiquement significatif au niveau de confiance de 10 %.

Même si l'on tient compte de l'effet de la croissance de la productivité relative sur la part de marché, il persiste un effet supplémentaire de l'utilisation des technologies de pointe sur cette dernière.

Les coefficients des variables de taille et de contrôle étranger sont positifs, mais ne sont ni l'un ni l'autre significatifs. Les activités de R-D et la croissance de la part de marché sont négativement corrélées; mais, comme pour les coefficients des variables de taille et de contrôle étranger, ce résultat n'est pas statistiquement significatif.

6.2.4 Analyse en composantes principales

L'analyse en composantes principales nous permet d'étendre l'étude des catégories de technologies de pointe qui sont associées à la croissance. Les résultats des régressions par les

MCO en utilisant les composantes principales pour représenter les effets des technologies de pointe sont présentés au tableau 8, tandis que l'interprétation des composantes principales significatives figure au tableau 9.

Ces nouveaux résultats contiennent aussi une liste étendue de variables explicatives qui incluent un plus grand nombre de variables d'innovation, de pratiques commerciales et de compétences de l'entreprise, afin de pouvoir évaluer l'importance des effets fixes sous-jacents.

6.2.4.1 Productivité relative

Les résultats indiquent que nos conclusions sont robustes à la méthode de mesure de l'utilisation des technologies de pointe. Que nous choisissions de la mesurer par le nombre de technologies adoptées ou par l'utilisation des composantes principales, le niveau de signification des autres variables explicatives du modèle ne varie virtuellement pas. Fait plus important encore, les variables représentant les caractéristiques de l'entreprise, l'innovation et l'environnement concurrentiel n'ont pour ainsi dire jamais d'effet supplémentaire sur la productivité relative, outre celui qu'elles ont sur l'utilisation des technologies. Seul fait exception le facteur 2 du groupe de stratégies en matière de gestion et de ressources humaines.

Six composantes principales sont corrélées significativement à la croissance de la productivité (tableaux 8 et 9). Les établissements qui mettent l'accent sur l'utilisation conjuguée des technologies de pointe dans les domaines des systèmes d'information et des communications, du contrôle des procédés et de l'emballage (Tech1) sont plus susceptibles que les autres de voir croître leur productivité, si l'on s'en tient aux résultats pour la première composante principale. Les systèmes TIC serait donc essentiels à l'adoption des technologies de contrôle des procédés.

Les établissements pour lesquels l'utilisation des technologies de pointe dans le domaine de la préparation des matières et du contrôle des procédés sont importantes, mais pour lesquels celles du domaine de l'emballage et de la conservation thermique ne le sont pas (Tech4) sont également plus susceptibles que les autres de voir croître leur productivité. Les technologies dans le domaine du contrôle des procédés incluent notamment les contrôleurs logiques programmables, le contrôle statistique automatisé du processus et les appareils automatisés munis de capteurs. Dans le domaine de la préparation des matières, les technologies de pointes sont celles utilisées pour améliorer la qualité des matières premières et l'évaluation de la qualité de ces dernières, y compris l'élimination du son avant la mouture du blé, la séparation de micro-composants et le classement électronique. Dans un secteur assujetti à des règlements régissant la qualité et la salubrité des aliments, l'utilisation de technologies de pointe visant à réduire au minimum le gaspillage peut donner lieu à des gains de productivité. Si nous nous souvenons de notre discussion des composantes principales selon la branche d'activité (voir l'annexe B, tableau B2), nous pourrions nous attendre à ce que cette composante soit la plus importante pour les établissements des branches de la viande et des produits laitiers.

La septième composante principale (Tech7) a également un effet fortement significatif. Elle est négativement corrélée à la croissance de la productivité, ce qui signifie que les établissements qui mettent l'accent sur les techniques de pointe de transformation par séparation, les techniques d'essai perfectionnées et l'utilisation de méthodes d'emballage de pointe, mais qui accordent

beaucoup moins d'importance aux systèmes d'information et aux communications, aux techniques de conservation thermique, ainsi qu'à la conception et à l'ingénierie, sont plus susceptibles que les autres de voir croître leur productivité.

Trois autres des quinze premières composantes principales (Tech5, Tech6 et Tech15) ont un effet significatif au niveau de confiance de 10 %. Toutes trois sont négativement corrélées à la croissance de la productivité. Dans le cas de Tech 6, cela signifie que les établissements mettant l'accent sur les technologies de l'information et des communications, ainsi que sur les méthodes de testage rapide, plutôt que sur les technologies de contrôle statistique du processus, de vision artificielle, de manutention des produits et de stérilisation à haute pression, sont plus susceptibles que les autres de voir croître leur productivité.

Brièvement, l'analyse montre que les technologies de l'information et des communications sont corrélées positivement à la croissance de la productivité par la voie d'un certain nombre de composantes distinctes. Les TIC jouent un rôle important, mais en combinaison avec plusieurs groupes de technologies. L'adoption de technologies comme les réseaux locaux et les réseaux à grande distance, ainsi que les réseaux informatiques inter-entreprises est associée positivement à une accélération de la croissance de la productivité au cours des années 1990. Le transfert d'information au sein de l'organisation et entre organisations est étroitement associé à la croissance de la productivité, résultat qui corrobore la notion selon laquelle l'adoption des TIC est un déterminant important de la croissance de la productivité.

Comme précédemment, la croissance de l'intensité de capital a un effet important et fortement significatif sur la croissance de la productivité. On observe aussi une régression vers la moyenne, puisque le coefficient de la variable de productivité au début de la période est négatif et fortement significatif.

À part les activités de R-D et certaines compétences de l'entreprise, rares sont les variables représentant les caractéristiques de l'entreprise dont l'effet est significatif. La taille de l'établissement et le fait qu'un établissement ait introduit des innovations ont un effet positif, quoique non significatif, sur la croissance de la productivité. Le coefficient de la variable de pays de contrôle est négatif, mais également non significatif. Enfin, le fait qu'un établissement adopte ou non des pratiques commerciales et techniques de pointe n'a pas non plus d'effet significatif.

Les activités de R-D ont un effet négatif et faiblement significatif sur la croissance de la productivité, mais cette relation n'est plus statistiquement significative si l'on tient compte de l'effet des différences de compétences entre entreprises, telles que mesurées par les capacités de l'entreprise dans le domaine de la technologie, du marketing, de la gestion et des ressources humaines.

Tableau 8. Régression de la croissance de la productivité (1988-1997) sur les composantes principales par les MCO—(résultats pondérés au niveau des établissements)

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Coordonnée à l'origine	0,260	0,214	0,213	0,154
Utilisation des technologies de pointe				
Tech1	0,034**	0,029*	0,039**	0,033*
Tech2	-0,009	-0,008	-0,008	-0,006
Tech3	-0,072	-0,071	-0,074	-0,073
Tech4	0,082**	0,082**	0,081**	0,081**
Tech5	-0,053*	-0,054	-0,057*	-0,058*
Tech6	-0,046*	-0,043	-0,056**	-0,053*
Tech7	-0,074***	-0,073***	-0,070***	-0,069***
Tech8	-0,025	-0,024	-0,028	-0,026
Tech9	-0,019	-0,016	-0,024	-0,020
Tech10	0,009	0,011	0,006	0,008
Tech11	-0,006	-0,006	-0,005	-0,005
Tech12	0,013	0,015	0,006	0,008
Tech13	-0,007	-0,006	-0,005	-0,004
Tech14	-0,018	-0,015	-0,019	-0,016
Tech15	-0,074*	-0,071*	-0,076*	-0,072*
Taille de l'établissement				
Effectif - 1988	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005
Pays de contrôle				
Étranger	-0,025	-0,020	-0,028	-0,025
Intensité de capital				
Variation de la rentabilité (1988 à 1997)	0,019***	0,019***	0,019***	0,019***
Productivité initiale de la main-d'œuvre				
Productivité relative (1988)	-0,483***	-0,486***	-0,476***	-0,478***
R-D				
Activités courantes de R-D	-0,142*	-0,168*	-0,129	-0,153*
Concurrence				
6 à 20 concurrents	-0,024	-0,038	0,004	-0,013
Plus de 20 concurrents	-0,021	-0,030	0,001	-0,008
Pratiques commerciales				
Qualité des produits	0,147	0,137	0,122	0,110
Gestion	0,051	0,049	0,077	0,079
Développement de produits/procédés	-0,001	-0,012	-0,010	-0,018
Environnement concurrentiel				
Environnement de la branche d'activité	0,00008	-0,00009	-0,00006	0,0001
Innovation				
Spécialisation dans les procédés	---	0,126	---	0,136
Spécialisation dans les produits	---	0,103	---	0,088
Mixte	---	0,083	---	0,095
Complète	---	0,141	---	0,150
Stratégies de l'entreprise				
Technologie				
- facteur 1	---	---	0,007	0,007
- facteur 2	---	---	-0,032	-0,024
Marketing				
- facteur 1	---	---	-0,006	-0,007
- facteur 2	---	---	-0,019	-0,020
Gestion/ressources humaines				
- facteur 1	---	---	-0,033	-0,038
- facteur 2	---	---	0,075*	0,077*
Branche d'activité				
Céréales	0,048	0,066	0,068	0,087
Produits laitiers	0,229	0,240	0,261	0,270
Transformation du poisson	0,104	0,118	0,120	0,132
Fruits et légumes	0,040	0,051	0,073	0,084
Viande	0,285	0,298	0,299	0,310
Autres produits alimentaires	0,092	0,089	0,107	0,102
Statistiques sommaires				
N	524	524	524	524
F(degrés de liberté)	F(32,491) = 4,09	F(36,487) = 3,66	F(38,485) = 3,66	F(42,481) = 3,31
R^2	0,20	0,20	0,20	0,21

Nota : *** statistiquement significatif au niveau de confiance de 1 %; ** statistiquement significatif au niveau de confiance de 5 %; * statistiquement significatif au niveau de confiance de 10 %.

Parmi les compétences des entreprises, seules celles ayant trait à la gestion et aux ressources humaines ont un effet significatif. Le deuxième facteur pour ces compétences est positivement et significativement corrélé à la croissance de la productivité. Le deuxième facteur est positif pour trois caractéristiques et négatif pour trois autres (annexe C). Les trois facteurs qui ont un effet positif sont l'amélioration continue de la qualité, la formation continu du personnel et le recrutement de personnel qualifié. Ceux dont l'effet est négatif sont l'adoption d'une structure organisationnelle innovative, l'utilisation de technologies de l'information et l'adoption de régimes de rémunération innovateurs. Ce facteur décrit la tendance qu'a une entreprise à se concentrer sur la création et le maintien d'une main-d'œuvre qualifiée, grâce à la formation et au recrutement, et sur l'amélioration de la qualité des produits qu'elle offre. Les usines de transformation des aliments présentant ces compétences étaient moins susceptibles d'avoir adopté des technologies de pointe, mais plus susceptibles d'avoir vu croître leur productivité si elles l'avaient fait au cours des années 1990.

Tableau 9. Interprétation des composantes principales technologiques statistiquement significatives dans la régression de la croissance de la productivité

Composante principale	*Signe du coefficient*	*Accent sur...*	*Moindre importance de...*
Tech1	positif	Contrôle des procédés; information et communications; emballage; testage rapide; CAO/IAO	----------
Tech4	positif	Préparation des matières (séparation, analyse, classement); contrôle du procédé; sonde d'ADN	Codage à barres; atmosphère modifiée et stratifiés (emballage); transformation et emballage souple aseptique (conservation thermique); anticorps monoclonaux (contrôle de la qualité)
Tech5	négatif	Contrôle de la qualité (sauf la modélisation de simulation); bio-ingrédients pour la transformation; testage rapide; CAO numérique; préparation des matières	Inventaire et distribution; vision artificielle; utilisation d'Internet
Tech6	négatif	Stérilisation à haute pression; manutention des produits; contrôle statistique du processus; vision artificielle; robots; CAO numérique	Information et communications; collagène (préparation des matières); testage rapide
Tech7	négatif	Information et communications, chauffage (conservation thermique); modélisation de simulation (contrôle de la qualité); conception et ingénierie (sauf CAO/IAO)	Techniques de séparation; appareils automatisés munis de capteurs; testage rapide; atmosphère modifiée, stratifiés et matériaux multicouches (emballage).
Tech15	négatif	Conservation thermique; préparation des matières par séparation et classement; essais automatisés de laboratoire	Antimicrobiens chimiques; sonde d'ADN; bio-ingrédients; chromotographie; tri électromécanique des défauts.

L'environnement concurrentiel, que nous évaluons de deux façons dans la présente étude, n'est pas corrélé significativement à la croissance de la productivité des établissements du secteur de la transformation des aliments, du moins il ne l'était pas durant les années 1990. Ni le nombre de concurrents que compte une entreprise, ni l'intensité de la concurrence au sein d'une branche d'activité, telle que mesurée par un ensemble étendu de caractéristiques environnementales, n'a un effet statistiquement significatif.

6.2.4.2 Croissance de la part de marché

Dans la régression de la croissance de la part de marché, la première composante principale a de nouveau un effet significatif. Le fait de mettre l'accent sur les technologies de pointe des domaines des systèmes d'information et de communications, du contrôle des procédés et de l'emballage est corrélé positivement à la croissance de la part de marché.

Les établissements qui réussissent à intégrer des technologies de pointe ayant trait aux systèmes d'information et de communications et au contrôle des procédés, voire même celles ayant trait à l'emballage, ont eu tendance à croître au cours de la dernière décennie, si l'on s'en tient à la mesure de la productivité relative. À son tour, la croissance de la productivité due à l'adoption de ces technologies donne lieu à la croissance de la part de marché. Le fait que cette composante principale ait un effet significatif, même si l'on tient compte de l'effet de la croissance de la productivité, indique qu'elle a individuellement un effet, en sus de celui de la croissance de la productivité.

Le signe du coefficient de la deuxième composante principale indique que la croissance de la part de marché est associée à une combinaison de technologies de conservation et d'emballage, plutôt qu'à la concentration sur les technologies de pointe dans le domaine de la transformation. Le signe du coefficient de la quinzième composante indique que l'adoption de technologies de pointe dans le domaine de la conservation thermique ou non thermique et de technologies de séparation et d'asséchement, en accordant moins d'importance aux technologies de contrôle de la qualité est associée à une augmentation de la part de marché.

Il convient de souligner qu'aucune des variables supplémentaires ayant trait aux compétences stratégiques, aux pratiques commerciales, à l'innovation ou à l'environnement concurrentiel n'ont un effet direct significatif sur la part de marché. Ces variables ont un effet direct sur l'effet de l'utilisation des technologies, lequel à son tour, a un effet sur la productivité, qui, en bout de ligne, a un effet sur la croissance de la part de marché. Cependant, elles n'ont aucun effet distinct sur cette dernière.

Tableau 10. Régressions de la croissance de la part de marché sur les composantes principales par les MCO (1988 à 1997)—(résultats pondérés au niveau des établissements)

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Coordonné à l'origine	0,002	0,002	0,003	0,002
Utilisation des technologies de pointe				
Tech1	0,0003*	0,0004*	0,0003*	0,0003*
Tech2	-0,0004**	-0,0005**	-0,0004**	-0,0005**
Tech3	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002
Tech4	0,0007*	0,0007*	0,0007*	0,0007*
Tech5	0,00005	0,0001	0,00006	0,0001
Tech6	0,00001	-0,00004	0,00004	-0,00001
Tech7	0,00006	0,00004	0,00007	0,00005
Tech8	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Tech9	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002
Tech10	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Tech11	-0,0007	-0,0007	-0,0007	-0,0007
Tech12	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Tech13	0,0005	0,0005	0,0005*	0,0005
Tech14	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002
Tech15	0,0008**	0,0008**	0,0008**	0,0008**
Taille de l'établissement				
Effectif - 1988	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
Pays de contrôle				
Étranger	0,002	0,002	0,002	0,002
Part de marché initiale				
Part de marché (1988)	-0,00004	-0,0005	0,0002	-0,0002
Productivité initiale de la main-d'œuvre				
Productivité relative (1988)	-0,0006	-0,0006	-0,0007	-0,0006
Croissance la productivité de la main-d'œuvre				
Croissance de la productivité relative	0,0014***	0,0014***	0,0014***	0,0014***
R-D				
Activités courantes de R-D	-0,0007	-0,0006	-0,0008	-0,0007
Concurrence				
6 à 20 concurrents	0,0007	0,0009	0,0006	0,0008
Plus de 20 concurrents	-0,0002	-0,0001	-0,0003	-0,0002
Pratiques commerciales				
Qualité des produits	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002
Gestion	-0,0006	-0,0004	-0,0006	-0,0004
Développement de produits/procédés	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003
Environnement concurrentiel				
Environnement de la branche d'activité	-0,00001	0,000002	0,000009	0,000003
Innovation				
Spécialisation dans les procédés	---	-0,0005	---	-0,0004
Spécialisation dans les produits	---	-0,0010	---	-0,0010
Mixte	---	0,0003	---	0,0003
Complète	---	-0,0008	---	-0,0008
Stratégies de l'entreprise				
Technologie				
- facteur 1	---	---	0,0002	0,0002
- facteur 2	---	---	0,0001	0,0001
Marketing				
- facteur 1	---	---	0,0001	0,0001
- facteur 2	---	---	-0,0001	-0,0001
Gestion/ressources humaiens				
- facteur 1	---	---	-0,0001	-0,0002
- facteur 2	---	---	-0,0001	-0,0001
Branches d'activité				
Céréales	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
Produits laitiers	-0,0002	-0,0003	-0,0001	-0,0002
Transformation du poisson	0,0001	-0,0001	0,00004	-0,0001
Fruits et légumes	0,0006	0,0007	0,0006	0,0007
Viande	0,0008	0,0008	0,0009	0,0009
Autres produits alimentaires	-0,0010	-0,0009	-0,0009	-0,0009
Statistiques sommaires				
N	537	537	537	537
F(degrés de liberté)	F(33,503) = 1,43	F(37,499) = 1,28	F(39,497) = 1,32	F(43,493) = 1,20
R^2	0,11	0,11	0,11	0,11

Nota : *** statistiquement significatif au niveau de confiance de 1 %; ** statistiquement significatif au niveau de confiance de 5 %; * statistiquement significatif au niveau de confiance de 10 %.

Tableau 11. Interprétation des composantes principales technologiques statistiquement significatives dans les régressions de la part de marché

Composante principale	*Signe du coefficient*	*Accent sur...*	*Importance moindre de...*
Tech1	positif	Contrôle des procédés, information et communications; emballage; testage rapide; CAO/IAO.	----------
Tech2	négatif	Technologies de la transformation de tous types.	Robots; machine d'emballage; contrôle statistique du processus; données CAO.
Tech 4	positif	Préparation des matières (séparation, analyse, classement); contrôle des procédés; sonde d'AND.	Codage à barres, atmosphère modifiée et stratifiés (emballage); transformation et emballage souple aseptique (conservation thermique); anticorps monoclonaux (contrôle de la qualité).
Tech15	positif	Conservation thermique; préparation des matières par séparation et classement; essais automatisés de laboratoire.	Antimicrobiens chimiques; sonde d'ADN; bio-ingrédients; chromotographie; tri électromécanique des défauts.

6.2.5 Compétitivité

Aux trois sections qui précèdent, nous avons étudié la relation entre l'utilisation des technologies de pointe et des mesures réelles du rendement de l'entreprise, c'est-à-dire la croissance de la productivité de la main-d'œuvre et celle de la part de marché, déterminées d'après les données de fichiers administratifs.

À la présente section, nous utilisons une autre méthode pour évaluer l'importance de l'utilisation des technologies de pointe. Lors de l'Enquête sur l'utilisation des technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la transformation des aliments, on a demandé aux directeurs d'usines d'évaluer la « compétitivité » de leurs technologies de production. Naturellement, la compétitivité englobe une vaste gamme de résultats dont deux seulement rentrent dans les catégories de « croissance de la productivité relative » et de « croissance de la part de marché ». Néanmoins, ces deux caractéristiques devraient avoir une influence considérable sur la « compétitivité ».

Les directeurs d'usines ont évalué leurs technologies de production comparativement à celles de leurs concurrents, tant canadiens qu'étrangers, au moyen d'une échelle d'attitude à cinq points. Nous nous intéressons ici à la comparaison entre les établissements canadiens de transformation des aliments et leurs concurrents américains. Comme l'ont indiqué Baldwin, Sabourin et West (1999), à peine un peu plus de la moitié des établissements se jugent moins concurrentiels que leurs homologues américains.

D'après les résultats à la question susmentionnée, nous avons construit une variable dépendante binaire ayant une valeur de 1 si la technologie de production de l'établissement est considérée comme étant plus concurrentielle que celle des concurrents américains et une valeur nulle si elle est considérée comme étant moins concurrentielle. Les établissements qui ont jugé leur technologie équivalente à celle de leurs homologues américains ont été exclus de l'analyse.

Tableau 12. Comparaison des régressions de la croissance de la productivité, de la croissance de la part de marché et de la compétitivité (résultats pondérés au niveau des établissements)

	CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ (MCO)	CROISSANCE DE LA PART DE MARCHÉ (MCO)	COMPÉTITIVITÉ (LOGIT)
Coordonnée à l'origine	0,334	0,0014*	-0,051
Utilisation des technologies de pointe			
Tech1	0,034**	0,0003*	0,448***
Tech2	-0,009	-0,0004**	-0,423***
Tech3	-0,071	-0,0002	-0,285*
Tech4	0,081**	0,0007*	0,405*
Tech5	-0,055*	0,00005	0,141
Tech6	-0,041	0,000003	-0,411***
Tech7	-0,075***	0,00007	-0,044
Tech8	-0,024	0,0002	-0,150
Tech9	-0,026	-0,0002	-0,513**
Tech10	0,008	0,0005	-0,179
Tech11	-0,009	-0,0007	-0,257
Tech12	0,011	0,0005	-0,021
Tech13	-0,005	0,0005*	0,108
Tech14	-0,019	-0,0002	0,274
Tech15	-0,075*	0,0008**	-0,137
Taille de l'établissement			
Effectif - 1988	0,0004	0,00001	0,0015
Pays de contrôle			
Étranger	0,024	0,002	0,173
Intensité de capital			
Variation de la rentabilité (1988 à 1997)	0,018***	---	-0,020
Productivité initiale de la main-d'œuvre			
Productivité relative (1988)	-0,489***	-0,0006	-0,467**
Croissance de la productivité de la main-d'oeuvre			
Croissance de la productivité (1988 à 1997)	---	0,0014***	---
Part de marché initiale			
Part de marché (1988)	---	0,0007	---
Branche d'activité			
Céréales	0,058	-0,001	0,282
Produits laitiers	0,222	-0,0001	-0,470
Transformation du poisson	0,117	0,0001	2,716***
Fruits et légumes	0,008	0,0006	0,485
Viande	0,287	0,0010	0,822
Autres produits alimentaires	0,089	-0,0009	0,893
Statistiques sommaires			
N	524	537	252
F(degrés de liberté)	F(25,498) = 4,36	F(26,510) = 1,62	---
R^2	0,19	0,11	0,30
Chi-carré de Wald	---	---	70,7

Nota : *** statistiquement significatif au niveau de confiance de 1 %; ** statistiquement significatif au niveau de confiance de 5 %; * statistiquement significatif au niveau de confiance de 10 %.

Les résultats des régressions comparant les trois mesures de rendement, c'est-à-dire la croissance de la productivité, la croissance de la part de marché et la compétitivité, sont présentés au tableau 12. Le signe du coefficient de plusieurs composantes principales importantes était le même dans l'équation de la compétitivité que dans celle de la croissance de la productivité relative ou de la croissance de la part de marché. Les quatre premières composantes ont le même signe dans la régression de la compétitivité que dans celle de la croissance de la productivité ou de la part de marché. Les coefficients de ces composantes sont plus significatifs dans l'équation de la compétitivité que dans les deux autres.

Ces résultats confirment ceux de la section précédente. L'utilisation de technologies est étroitement associée au rendement de l'entreprise, que celui-ci soit mesuré directement à l'aide de données réelles sur la croissance et la productivité ou d'après l'évaluation de la « compétitivité » faite par le directeur de l'établissement.

7. Conclusion

Le présent rapport est le troisième décrivant la relation entre le rendement de l'entreprise et l'utilisation des technologies de pointe. Dans les deux premiers (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995; Baldwin et Sabourin, 2001), nous constatons que les établissements de fabrication qui ont réussi à bien intégrer les technologies de pointe voient leur productivité croître plus rapidement et voient augmenter leur part de marché. La présente étude produit des résultats similaires pour le secteur de la transformation des aliments, en examinant un ensemble plus détaillé de technologies.

Selon les études antérieures, les technologies de l'information et des communications (TIC) sont celles qui sont le plus étroitement associées à un rendement supérieur de l'entreprise. La présente étude confirme cette observation. Elle fournit des preuves convaincantes que l'utilisation des TIC est associée à un meilleur rendement de l'entreprise. L'utilisation croissante des technologies de l'information et des communications durant les années 1990 a été associée à une croissance accélérée de la productivité de la main-d'œuvre.

En outre, les résultats montrent qu'outre les TIC, l'adoption de technologies de pointe dans le domaine du contrôle des procédés et de l'emballage est également associée à une croissance plus importante de la productivité. Pour certaines branches d'activité, l'adoption de technologies de pointe dans le domaine de la préparation des matières augmente aussi le rendement de l'entreprise.

De surcroît, les résultats font ressortir qu'en ce qui concerne le rendement, l'adoption d'une combinaison de technologies n'englobant pas uniquement les TIC a de l'importance. Par exemple, l'adoption de technologies de pointe dans le domaine du contrôle des procédés a, en soi, peu d'effets sur la croissance de la productivité d'une entreprise, mais lorsqu'elle est combinée avec l'adoption de TIC et de technologies de pointe dans le domaine de l'emballage, l'effet est significatif. Nous observons des effets comparables lorsque le rendement de l'entreprise est mesuré en fonction de la croissance de la part de marché au lieu de celle de la productivité.

Le fait que ces résultats soient vérifiés même si l'on tient compte de l'effet d'autres activités caractéristiques sous-jacentes de l'entreprise est encore plus important. Nous savons que de nombreux facteurs déterminent si une entreprise va prospérer ou échouer. L'enquête sur le secteur canadien de la transformation des aliments nous a permis non seulement de mesurer l'utilisation des technologies de façon détaillée, mais aussi d'examiner l'effet de diverses autres caractéristiques et compétences de l'entreprise. Nous constatons que l'association entre l'utilisation de la technologie et la croissance de la productivité est robuste à l'inclusion ou à l'exclusion des autres activités et caractéristiques de l'entreprise.

D'autres caractéristiques, comme la situation d'innovation, les pratiques commerciales et les stratégies en matières de ressources humaines, sont des déterminants de la mesure dans laquelle une entreprise adopte de nouvelles technologies de pointe. Toutefois, leur effet direct sur la croissance de la productivité ou sur celle de la part de marché est inférieur à l'effet indirect qu'elles ont par la voie de leur effet sur l'utilisation des technologies.

Cela signifie-t-il que les autres caractéristiques de l'entreprise n'importent pas lorsqu'on parle de croissance? La réponse est non. L'intensité de capital d'une entreprise est positivement et significativement corrélée à la croissance de la productivité. La régression vers la moyenne de l'équation de la croissance de la productivité est fortement significative. Une équipe de gestion qui se concentre sur l'amélioration de la qualité de ses produits en adoptant une stratégie agressive en matière de ressources humaines — en continuant d'améliorer les compétences de son effectif grâce à la formation et au recrutement — est également associée à une croissance plus forte de la productivité. La croissance de la part de marché et l'utilisation des technologies de pointe sont significativement corrélées, et l'association entre la croissance de la productivité et celle de la part de marché semble être plus forte.

Néanmoins, le scénario qui se dégage avant tout de la présente analyse est que l'adoption de technologies de pointe est étroitement associée au succès d'une entreprise. De surcroît, cette conclusion ne dépend pas de la méthode utilisée pour mesurer ce succès. Qu'il s'agisse de données objectives sur la productivité et la part de marché provenant de dossiers administratifs et couplées à celles de l'enquête, ou de l'évaluation subjective de gestionnaires chevronnés quant à leur « compétitivité », l'analyse révèle une forte association entre le rendement d'un établissement et l'importance qu'il accorde aux technologies.

Annexe A : Analyse en composantes principales

L'enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie alimentaire canadienne a recensé 60 technologies avancées couvrant neuf domaines fonctionnels. Ces neuf domaines fonctionnels sont : la transformation, le contrôle de procédé, le contrôle de la qualité, l'inventaire et la distribution, les systèmes d'information et de communication, la préparation et la manutention, les traitements préliminaires, emballage et le design et l'ingénierie. Le taux d'adoption de chacune des 60 technologies, est illustré par le tableau A1, de même que l'erreur type associée (Baldwin, Sabourin et West, 1999). Les taux d'adoption des groupes fonctionnels technologiques sont également fournis. À titre d'exemple, 62 % des établissements dans l'industrie alimentaire canadienne ont utilisé des technologies de pointe en 1998, tandis que 14 % de ces établissements ont utilisé l'emballage aseptique, un procédé spécifique de pointe.

Tableau A1. Adoption des technologies de pointe, 1998 (pourcentage d'établissements utilisant la technologie)

Technologie	Technologie spécifique	En usage	Erreur-type
Transformation	• N'importe laquelle	62	
Conservation thermique	• Emballage aseptique	14	1,2
	• Sachet en plastique stérilisable	9	1,0
	• Chauffage infrarouge	3	0,5
	• Chauffage ohmique	1	0,3
	• Chauffage à haute fréquence	4	0,7
Conservation non thermique	• Antimicrobiens chimiques	16	1,3
	• Techniques utilisant des ultrasons	2	0,4
	• Stérilisation à haute pression	9	1,0
	• Réfrigération rapide	25	1,5
Séparation, concentration, assèchement	• Procédé à membrane	5	0,7
	• Filtres techniques	15	1,2
	• Centrifugation	10	1,1
	• Échange d'ions	3	0,5
	• Séchage sous vide par micro-ondes	1	0,4
	• Contrôle de l'activité de l'eau	16	1,3
Additifs ou ingrédients	• Bio-ingrédients	14	1,2
	• Cellules microbiennes	8	0,9
Autre	• Électrotechnologies	1	0,4
	• Microencapsulation	1	0,3
Contrôle des procédés	• N'importe laquelle	56	
	• Appareils automatisés munis de capteurs	22	1,5
	• Contrôle statistique automatisé du processus	14	0,5
	• Vision artificielle	9	0,7
	• Codage à barres pour contrôler l'acheminement du produit dans l'usine	19	0,5
	• Contrôleurs programmables	36	0,3
	• Contrôle informatisé des procédés	32	1,4
Contrôle de la qualité	• N'importe laquelle	44	
	• Chromatographie	6	1,4
	• Anticorps de microclones	3	1,1
	• Sondes d'ADN	1	0,9
	• Techniques de testage rapide	24	1,3
	• Essais automatisés en laboratoire	13	1,1

Tableau A1. Adoption des technologies de pointe, 1998 (pourcentage d'établissements utilisant la technologie) **(suite...)**

Technologie	Technologie spécifique	En usage	Erreur-type
	• Modélisation mathématique à des fins de qualité ou de sécurité	7	0,9
Inventaire et distribution	• N'importe laquelle	39	
	• Codage à barres	34	1,6
	• Manutention automatisée des produits	11	1,0
Gestion, systèmes d'information et communications	• N'importe laquelle	62	
	• Réseau local	43	1,7
	• Réseau à grande distance	20	1,3
	• Réseaux informatiques inter-entreprises	37	1,6
	• Internet (commercialisation ou promotion)	27	1,6
	• Internet (approvisionnement, recherche, embauche, etc.)	27	1,6
Préparation et manutention des matières	• N'importe laquelle	31	
	• Machines intégrées à commande électronique	10	1,1
	• Machines individuelles non intégrées à commande électronique	10	1,0
	• Détection électronique de bris de machine	23	1,4
Préparation en vue de la transformation	• N'importe laquelle	36	
	• Réduction du stress des animaux	3	0,6
	• Élimination du son avant la mouture du blé	2	0,4
	• Séparation de micro-composants	1	0,3
	• Classement électronique ou par ultrasons	4	0,6
	• Collagène, couleur ou viande PSE	3	0,6
	• Analyse à infrarouge proche	9	0,8
	• Évaluation ou tri par couleur	17	1,3
	• Tri électromécanique des défauts	4	0,6
	• Techniques de testage rapide	19	1,3
Emballage	• N'importe laquelle	51	
	• Machines d'emballage de conditionnement non intégrées à commande électronique	29	1,5
	• Machines d'emballage de conditionnement intégrées à commande électronique	15	1,2
	• Atmosphère modifiée	18	1,3
	• Stratifiés (laminés)	18	1,3
	• Emballage actif	5	0,8
	• Matériaux multi-couches	22	1,4
Conception et ingénierie	• N'importe laquelle	20	
	• Conception et ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO)	18	1,2
	• CAO appliquée au contrôle des machines utilisées dans la fabrication (CFAO)	5	0,8
	• Simulation assistée par ordinateur et prototypes	3	0,5
	• Représentation numérique des données de la CAO à des fins d'approvisionnement	2	0,4

Annexe B : Valeur moyenne des composantes principales selon la branche d'activité (estimations non pondérées)

L'analyse en composantes principales consiste à créer à partir d'un ensemble donné de variables (Xi) un ensemble de nouvelles variables, appelées composantes principales (CPi). Chaque nouvelle variable, c'est-à-dire la composante principale (CPi), est une moyenne pondérée de variables originales, c'est-à-dire $PC_i = \Sigma W_i * X_i$ où W_i représente les poids. Les poids sont choisis de sorte que les nouvelles variables expliquent entièrement la variance de l'ensemble original de variables et qu'elles soient orthogonales les unes par rapport aux autres. Les vecteurs propres des premières 15 composantes principales sont décrits dans le tableau B1.

Tableau B1. Vecteurs propres des composantes principales de l'utilisation des technologies

Domaine fonctionnel	*Technologie spécifique*	*TECH1*	*TECH2*	*TECH3*	*TECH4*	*TECH5*	*TECH6*	*TECH7*	*TECH8*
Transformation	• Transformation aseptique	0,145	0,096	0,035	-0,197	0,096	0,165	0,003	0,080
Conservation thermique	• Sachet stérilisable	0,056	0,193	0,096	-0,182	-0,045	-0,005	0,108	0,071
	• Chauffage infrarouge	0,072	0,200	0,002	-0,067	-0,032	0,153	0,175	0,227
	• Chauffage ohmique	0,009	0,044	0,111	0,000	-0,089	0,071	0,046	0,274
	• Chauffage à haute fréquence	0,084	0,223	-0,008	-0,021	0,013	-0,079	0,274	-0,047
Conservation non thermique	• Antimicrobiens chimiques	0,103	0,228	0,061	-0,038	0,043	0,002	0,028	-0,169
	Techniques utilisant des ultrasons	0,087	0,064	0,121	0,058	0,079	-0,129	0,117	-0,357
	• Stérilisation à haute pression	0,046	0,201	0,127	0,096	0,006	0,260	0,087	0,044
	• Réfrigération rapide	0,058	0,126	0,319	-0,053	0,031	-0,022	-0,081	-0,005
Séparation, concentration, assèchement	• Procédé à membrane (c.-à-d. osmose inverse)	0,084	0,266	-0,165	-0,018	-0,061	0,088	-0,199	0,088
	• Filtres techniques	0,130	0,242	-0,019	0,124	-0,109	0,167	-0,191	0,029
	• Centrifugation	0,105	0,205	-0,163	0,100	0,003	0,044	-0,333	-0,061
	• Échange d'ions	0,070	0,240	-0,181	0,003	-0,075	0,055	0,007	0,027
	• Séchage sous vide par micro-ondes	0,039	0,056	0,154	-0,008	-0,064	0,086	0,112	0,281
	• Contrôle de l'activité de l'eau	0,111	0,221	0,195	0,044	0,064	0,078	-0,047	-0,018
Additifs ou ingrédients	• Bio-ingrédients	0,116	0,144	-0,146	0,104	0,255	0,097	0,022	-0,018
	• Cellules microbiennes	0,081	0,232	-0,003	-0,016	0,178	-0,042	-0,018	-0,136
Autre	• Électrotechnologies (c.-à-d. électrodialyse)	0,069	0,356	-0,108	-0,034	0,039	0,094	0,172	-0,012
	• Microencapsulation	0,036	0,021	0,003	-0,120	0,157	-0,003	0,087	-0,008
Contrôle des procédés	• Appareils automatisés munis de capteurs	0,168	-0,035	0,039	0,222	-0,119	-0,062	-0,184	0,017
	• Contrôle statistique automatisé du processus	0,171	-0,137	0,006	0,107	-0,030	0,258	0,064	0,121
	• Vision artificielle	0,112	-0,010	0,101	0,164	-0,187	0,203	-0,098	-0,007
	• Codage à barres pour contrôler l'acheminement du produit dans l'usine	0,165	-0,094	0,163	-0,217	-0,129	0,041	-0,035	0,160
	• Contrôleurs programmables	0,215	-0,066	-0,189	0,113	-0,050	-0,104	-0,050	0,001
	• Contrôle informatisé des procédés	0,210	-0,041	-0,119	0,142	-0,092	-0,073	-0,048	0,063
Contrôle de la qualité	• Chromotographie	0,110	0,111	-0,193	0,051	-0,054	-0,086	0,058	0,000
	• Anticorps monoclonaux	0,089	-0,086	-0,096	-0,280	0,291	0,079	-0,017	0,114
	• Sonde d'ADN	0,050	0,002	0,108	0,214	0,210	-0,014	0,179	0,200
	• Techniques de testage rapide	0,185	-0,050	0,013	-0,025	0,194	-0,132	-0,226	0,002
	• Essais automatisés en laboratoire	0,135	-0,068	-0,085	-0,061	0,118	0,051	-0,110	0,047
	• Modélisation mathématique de la qualité	0,074	-0,066	0,068	0,077	-0,122	0,163	0,209	-0,101

Tableau B1. Vecteurs propres des composantes principales de l'utilisation des technologies **(suite...)**

Domaine fonctionnel	*Technologie spécifique*	*TECH1*	*TECH2*	*TECH3*	*TECH4*	*TECH5*	*TECH6*	*TECH7*	*TECH8*
Inventaire et distribution	• Codage à barres	0,128	-0,071	0,146	-0,282	-0,161	-0,017	-0,060	0,127
	• Manutention automatisée des produits	0,134	-0,064	0,057	0,084	-0,243	0,208	-0,027	0,014
Gestion, systèmes d'information et communications	• Réseau local	0,190	-0,025	-0,093	-0,053	-0,128	-0,147	0,179	0,014
	• Réseau à grande distance	0,173	-0,027	-0,139	0,024	0,001	-0,132	0,215	0,030
	• Réseaux informatique inter-entreprises	0,190	-0,043	-0,123	0,037	-0,082	-0,176	0,027	0,114
	• Internet (commercialisation ou promotion)	0,148	0,061	-0,005	-0,081	-0,243	-0,328	0,197	0,048
	• Internet (approvisionnement, recherche, embauche, etc.)	0,106	0,093	-0,060	-0,106	-0,191	-0,331	0,122	0,097
Préparation et manutention des matières	• Machines intégrées à commande électronique	0,118	-0,031	0,000	0,022	-0,129	0,031	-0,062	-0,209
	• Machines individuelles non intégrées à commande électronique (p. ex. robots)	0,134	-0,156	-0,032	-0,100	-0,033	0,254	0,090	-0,096
	• Détection électronique de bris de machine	0,190	-0,137	-0,105	0,110	-0,045	0,061	-0,030	-0,047
Préparation en vue de la transformation	• Réduction du stress des animaux (p. ex., étourdissement au gaz)	0,023	0,059	0,211	-0,069	0,047	-0,117	-0,169	-0,116
	• Élimination du son avant la mouture du blé	0,046	-0,042	0,042	0,323	0,128	-0,076	-0,069	0,106
	• Séparation de micro-composants	0,044	-0,014	0,088	0,266	0,168	-0,100	0,021	0,076
	• Classement électronique ou par ultrasons	0,086	-0,038	0,231	0,196	0,073	-0,084	-0,010	0,122
	• Collagène, couleur ou viande PSE	0,087	0,029	0,321	0,143	0,165	-0,199	0,140	-0,015
	• Analyse à infrarouge proche	0,149	-0,036	-0,251	0,047	0,185	0,010	-0,015	0,158
	• Évaluation/tri par couleur	0,163	-0,099	0,121	0,057	0,177	-0,050	0,054	0,136
	• Tri électromécanique des défauts	0,126	-0,057	0,124	0,054	-0,084	0,054	-0,100	0,116
	• Techniques de testage rapide	0,177	0,034	-0,023	-0,099	0,236	-0,148	-0,135	0,037
Emballage	• Machines d'emballage de conditionnement non intégrées à commande électronique	0,190	-0,050	0,041	-0,081	-0,020	-0,015	0,023	-0,022
	• Machines d'emballage de conditionnement intégrées à commande électronique	0,191	-0,162	0,045	0,002	0,003	0,074	0,036	0,000
	• Conservation sous atmosphère modifiée	0,102	0,156	0,189	-0,172	-0,043	-0,095	-0,234	-0,086
	• Stratifiés (laminés)	0,160	-0,105	0,073	-0,199	0,060	0,045	-0,129	-0,179
	• Emballage actif	0,072	-0,013	0,214	-0,030	-0,069	0,051	0,071	-0,117
	• Matériaux multicouches	0,201	-0,087	0,053	-0,111	0,061	-0,020	-0,106	-0,068
Conception et ingénierie	• Conception assistée par ordinateur et (ou) ingénierie assistée par ordinateur (CAO/IAO)	0,216	-0,113	-0,054	-0,037	-0,074	-0,045	0,000	-0,139
	• CAO appliquée au contrôle des machines utilisées dans la fabrication (CFAO)	0,111	0,010	0,088	0,201	0,021	0,088	0,157	-0,265
	• Simulation assistée par ordinateur et prototypes	0,096	-0,021	-0,064	0,046	-0,095	0,082	0,145	-0,355
	• Représentation numérique des données de la CAO à des fins d'approvi-sionnement	0,128	-0,154	-0,073	-0,162	0,285	0,223	0,216	-0,075
Valeur propre		8,17	3,47	2,43	2,24	1,99	1,79	1,65	1,63
Variance expliquée (pourcentage))		13,6	5,8	4,1	3,7	3,3	3,0	2,8	2,7

Tableau B1. Vecteurs propres des composantes principales de l'utilisation des technologies **(suite...)**

Domaine fonctionnel	*Technologie spécifique*	*TECH9*	*TECH10*	*TECH11*	*TECH12*	*TECH13*	*TECH14*	*TECH15*
Transformation	• Transformation aseptique	0,001	-0,207	0,057	0,117	-0,155	-0,022	0,122
Conservation thermique	• Sachet stérilisable	0,283	-0,075	-0,004	-0,065	-0,155	-0,015	0,173
	• Chauffage infrarouge	-0,025	-0,174	-0,199	0,084	-0,107	-0,049	0,310
	• Chauffage ohmique	-0,136	0,155	-0,118	0,034	-0,140	-0,112	0,229
	• Chauffage à haute fréquence	-0,077	-0,109	0,057	-0,013	-0,193	0,139	0,029
Conservation non thermique	• Antimicrobiens chimiques	-0,045	-0,068	0,117	0,103	-0,041	-0,187	-0,269
	• Techniques utilisant des ultrasons	-0,304	0,094	0,092	0,080	-0,118	-0,074	0,135
	• Stérilisation à haute pression	-0,120	0,232	0,129	-0,201	-0,033	-0,040	-0,006
	• Réfrigération rapide	0,115	-0,093	0,206	-0,006	0,161	0,135	-0,045
Séparation, concentration, assèchement	• Procédé à membrane (c.-à-d. osmose inverse)	0,074	-0,004	-0,093	0,143	0,008	-0,080	-0,015
	• Filtres techniques	-0,074	0,069	0,038	0,100	0,121	-0,115	-0,110
	• Centrifugation	0,097	0,098	0,050	0,046	0,040	-0,099	0,069
	• Échange d'ions	0,054	-0,013	0,054	0,267	0,160	0,351	-0,033
	• Séchage sous vide par micro-ondes	0,060	0,389	0,198	-0,041	-0,158	0,053	-0,137
	• Contrôle de l'activité de l'eau	-0,135	0,034	-0,078	-0,005	0,062	-0,010	0,073
Additifs ou ingrédients	• Bio-ingrédients	0,040	-0,055	0,080	-0,144	0,095	-0,147	-0,233
	• Cellules microbiennes	-0,005	0,008	-0,086	-0,321	0,015	-0,144	0,057
Autre	• Électrotechnologies (c.-à-d. électrodialyse)	-0,029	-0,094	-0,089	-0,111	0,103	0,107	0,093
	• Microencapsulation	-0,004	0,121	-0,344	-0,271	0,350	0,079	-0,116
Contrôle des procédés	• Appareils automatisés munis de capteurs	0,039	-0,087	-0,021	-0,024	-0,150	0,164	0,023
	• Contrôle statistique automatisé du processus	0,061	-0,089	0,076	0,042	-0,107	0,161	-0,016
	• Vision artificielle	-0,141	0,059	0,062	-0,077	-0,070	0,135	-0,091
	• Codage à barres pour contrôler l'acheminement du produit dans l'usine	-0,008	-0,095	0,150	0,032	0,215	-0,148	-0,052
	• Contrôleurs programmables	0,024	-0,032	0,002	-0,175	-0,201	-0,075	0,007
	• Contrôle informatisé des procédés	-0,016	-0,027	-0,015	-0,109	-0,092	-0,025	0,038
Contrôle de la qualité	• Chromotographie	0,017	-0,021	-0,026	0,159	0,165	0,229	-0,274
	• Anticorps monoclonaux	0,055	0,143	0,218	0,109	0,029	-0,057	-0,066
	• Sonde d'ADN	0,275	-0,088	0,173	0,003	-0,117	-0,007	-0,329
	• Techniques de testage rapide	0,044	0,164	0,006	0,082	-0,188	-0,028	0,068
	• Essais automatisés en laboratoire	0,029	0,248	0,045	-0,030	0,258	0,068	0,308
	• Modélisation mathématique de la qualité	0,211	0,270	-0,028	0,023	-0,127	0,131	-0,060
Inventaire et distribution	• Codage à barres	0,055	-0,151	0,062	0,033	0,245	-0,157	-0,024
	• Manutention automatisée des produits	-0,030	-0,089	-0,005	-0,061	0,094	-0,196	-0,054
Gestion, systèmes d'information et communications	• Réseau local	-0,058	-0,086	0,038	-0,136	0,005	-0,215	0,006
	• Réseau à grande distance	-0,098	-0,192	0,024	-0,068	0,053	-0,029	-0,134
	• Réseaux informatique inter-entreprises	-0,069	-0,043	0,196	-0,094	-0,011	-0,079	0,028
	• Internet (commercialisation ou promotion)	0,009	0,132	0,020	0,053	0,106	0,054	0,052
	• Internet (approvisionnement, recherche, embauche, etc.)	0,129	0,257	0,039	0,077	0,043	-0,043	0,013
Préparation et manutention des matières	• Machines intégrées à commande électronique	0,073	0,185	0,150	-0,334	0,084	0,047	0,039
	• Machines individuelles non intégrées à commande électronique (p. ex. robots)	-0,067	-0,096	0,178	-0,202	0,048	0,131	0,085
	• Détection électronique de bris de machine	-0,099	-0,003	0,019	-0,116	0,094	0,054	0,078

Tableau B1. Vecteurs propres des composantes principales de l'utilisation des technologies **(suite...)**

Domaine fonctionnel	*Technologie spécifique*	*TECH9*	*TECH10*	*TECH11*	*TECH12*	*TECH13*	*TECH14*	*TECH15*
Préparation en vue de la transformation	• Réduction du stress des animaux (p. ex., étourdissement au gaz)	-0,210	-0,151	0,244	0,045	0,086	0,215	-0,015
	• Élimination du son avant la mouture du blé	0,232	-0,071	-0,008	0,130	0,132	0,029	0,168
	• Séparation de micro-composants	0,319	-0,142	0,065	-0,156	0,139	-0,085	0,191
	• Classement électronique ou par ultrasons	-0,151	-0,034	0,060	0,084	0,166	0,137	0,256
	• Collagène, couleur ou viande PSE	-0,076	0,009	-0,151	0,014	0,029	-0,021	-0,101
	• Analyse à infrarouge proche	-0,091	0,066	-0,190	0,041	0,061	0,120	-0,015
	• Évaluation/tri par couleur	-0,257	0,129	-0,094	0,128	0,075	0,066	-0,083
	• Tri électromécanique des défauts	-0,193	0,041	-0,336	0,108	-0,032	-0,209	-0,248
	• Techniques de testage rapide	-0,086	0,131	0,087	0,019	-0,202	0,045	0,029
Emballage	• Machines d'emballage de conditionnement non intégrées à commande électronique	0,013	-0,036	-0,247	-0,128	-0,097	0,233	-0,017
	• Machines d'emballage de conditionnement intégrées à commande électronique	-0,016	-0,227	-0,123	0,041	-0,029	0,153	-0,033
	• Conservation sous atmosphère modifiée	0,108	-0,072	-0,084	-0,120	-0,135	0,175	-0,044
	• Stratifiés (laminés)	0,134	-0,073	-0,165	0,020	-0,149	0,040	-0,063
	• Emballage actif	0,256	0,161	-0,224	-0,002	0,178	0,031	-0,033
	• Matériaux multicouches	0,214	0,046	-0,135	0,038	-0,120	-0,089	-0,047
Conception et ingénierie	• Conception assistée par ordinateur et (ou) ingénierie assistée par ordinateur (CAO/IAO)	-0,013	0,022	0,063	0,177	0,060	-0,097	0,056
	• CAO appliquée au contrôle des machines utilisées dans la fabrication (CFAO)	0,115	-0,017	-0,028	0,260	0,075	-0,310	0,130
	• Simulation assistée par ordinateur et prototypes	0,110	0,083	-0,001	0,262	-0,012	0,077	0,051
	• Représentation numérique des données de la CAO à des fins d'approvisionnement	-0,026	0,063	0,063	0,102	0,039	-0,026	0,064
Valeur propre		1,48	1,35	1,31	1,30	1,22	1,19	1,15
Variance expliquée (pourcentage))		2,5	2,3	2,2	2,2	2,0	2,0	1,9

Tableau B2. Interprétation des composantes principales et importance selon la branche d'activité

Composante principale	Interprétation	Branche d'activité		Variance expliquée (%)
		Cotes élevées	Cotes faibles	
Tech1	Accent sur les technologies de contrôle des procédés, de l'information et des communications et d'emballage.	Produits laitiers et « autres » produits alimentaires	Boulangerie-pâtisserie et transformation du poisson	13,6
Tech2	Accent sur les technologies de transformation de pointe de tout type. Faible importance des robots, des machines d'emballage, du contrôle statistique des processus et des données de la CAO.	Produits laitiers et viande	Céréales	5,8
Tech3	Accent sur la préparation des matières (sauf l'analyse à infrarouges proches), la conservation non thermique, le codage à barres, et le séchage par micro-ondes et le contrôle de l'activité de l'eau. Faible importance de la transformation par séparation et concentration, de la chromatographie et de l'analyse à infrarouge proche.	Viande et transformation du poisson	Produits laitiers, céréales et « autres » produits alimentaires	4,1
Tech4	Accent sur la préparation des matières, le contrôle des processus et les sondes d'ADN. Faible importance de la conservation thermique et des matériaux d'emballage de pointe, du codage à barres et des anticorps monoclonaux.	Céréales et boulangerie-pâtisserie	Viande et produits laitiers	3,7
Tech5	Accent sur le contrôle de la qualité, les bio-ingrédients, les techniques de testage rapide, la CAO numérique et la préparation des matières. Faible importance de l'inventaire et de la distribution, de l'utilisation d'Internet et la vision artificielle.	Produits laitiers	Fruits et légumes	3,3
Tech6	Accent sur la manutention des produits, la stérilisation à haute pression, le contrôle statistique du processus, les robots, la vision artificielle et la CAO numérique. Faible importance de l'information et des communications et des techniques de testage rapide.	Transformation du poisson et fruits et légumes	Viande et « autres » produits alimentaires	3,0
Tech7	Accent sur l'information et les communications, la conservation technique, la modélisation par simulation, et la conception et l'ingénierie. Faible importance des techniques de séparation, des appareils automatisés munis de capteurs et des techniques de testage rapide, ainsi que des matériaux d'emballage de pointe.	Boulangerie-pâtisserie	Produits laitiers et viande	2,8
Tech8	Accent sur le chauffage infrarouge et le chauffage ohmique, le séchage micro-ondes et les sondes d'ADN. Faible importance de la conception et de l'ingénierie, des techniques utilisant des ultrasons et des antimicrobiens chimiques, ainsi que des machines contrôlées électroniquement.	Produits laitiers et fruits et légumes	Viande et « autres » produits laitiers	2,7
Tech9	Accent sur les emballages aseptiques, les sondes d'ADN, les modèles de simulation, l'élimination du son et la séparation des microcomposants, et l'emballage actif et les emballages en stratifiés. Faible importance des techniques utilisant des ultrasons, des évaluations de la couleur, du tri électromécanique des défauts et de la réduction du stress des animaux.	Boulangerie-pâtisserie et produits laitiers	Fruits et légumes	2,5
Tech10	Accent sur le séchage par micro-ondes, les essais en laboratoire, la modélisation de simulation, la stérilisation à haute pression et l'utilisation d'Internet. Faible importance des emballages aseptiques, de la réduction du stress chez les animaux et du chauffage infrarouge.	Transformation du poisson	Boulangerie-pâtisserie et fruits et légumes	2,3
Tech11	Accent sur la réduction du stress chez les animaux, la réfrigération rapide, les anticorps monoclonaux et le séchage sous vide par micro-ondes. Faible importance de la microencapsulation, du tri électromécanique des défauts et de l'emballage.	Viande	« Autres » produits alimentaires	2,2
Tech12	Accent sur la conception et l'ingénierie et l'échange d'ions. Faible importance des cellules microbiennes, de la microencapsulation et des robots.	« Autres » produits alimentaires, poissons et fruits et légumes	Boulangerie-pâtisserie et produits laitiers	2,2
Tech13	Accent sur la microencapsulation, les essais en laboratoire et le codage à barres. Faible importance de la conservation thermique, du dépistage PSE et des techniques de testage rapide.	Poisson et céréales	Produits laitiers	2,0
Tech14	Accent sur l'échange d'ions, la chromatographie, les machines d'emballage et la réduction du stress des animaux. Faible importance de la CAO/IAO, de l'inventaire et de la distribution, du tri électromécanique des défauts et des réseaux locaux.	Transformation du poisson	Fruits et légumes et céréales	2,0
Tech15	Accent sur la conservation thermique, la séparation de microcomposants et le classement dans le domaine de la préparation des matières, et les essais automatisés en laboratoire. Faible importance des antimicrobiens chimiques, des bio-ingrédients, de la chromatographie, des sondes d'ADN et du tri électromécanique des défauts.	Produits laitiers et céréales	Fruits et légumes, boulangerie-pâtisserie et poisson	1,9

Annexe C : Analyse factorielle des variables de compétence de l'entreprise

Tableau C1. Saturation factorielle pour les variables de compétence de l'entreprise

Variable	Structure factorielle	
	Facteur 1	**Facteur 2**
Marchés		
- lancement de nouveaux produits sur les marchés existants	0,832	-0,471
- lancement de produits existants sur de nouveaux marchés	0,780	0,602
- lancement de nouveaux produits sur de nouveaux marchés	0,906	-0,086
Technologie		
- utilisation de technologies mises au point par des tiers	0,758	0,622
- mise au point de nouvelles technologies	0,865	-0,095
- amélioration de technologies existantes	0,803	-0,485
Gestion/ressources humaines		
- amélioration continue de la qualité	0,695	0,589
- adoption d'une structure organisationnelle innovative	0,781	-0,387
- utilisation de technologies de l'information	0,801	-0,278
- formation continue du personnel	0,785	0,346
- adoption de régimes de rémunération innovateurs	0,767	-0,254
- recrutement de personnel qualifié	0,778	0,051

Bibliographie

Baldwin, J.R. 1995. *The Dynamics of Industrial Competition. A North American Perspective.* Cambridge: Cambridge University Press.

Baldwin. J.R. 1996. "Innovation: The Key to Success in Small Firms". Dans *Evolutionary Economics and the New International Political Economy.* Sous la direction de J. De la Mothe et G. Paquette. Pinter. Londres.

Baldwin, J.R. 1998. "Were Small Firms the Engines of Growth in the 1980s"? *Small Business Economics* 10: 349-64.

Baldwin, J.R. 2000. *L'innovation et la formation dans les nouvelles entreprises.* Série de documents de recherche sur les études analytiques 11F0019MIF2000123. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., D. Beckstead, N. Dhaliwal, R. Durand, V. Gaudreault, T. Harchaoui, J. Hosein, M. Kaci et J.-P. Maynard. 2001. *Croissance de la productivité au Canada.* N° 15-204 au catalogue. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., W. Chandler, C. Le et T. Papailiadis. 1994. *Stratégies de réussite : Profil des petites et des moyennes entreprises en croissance (PMEC) au Canada.* N° 61-523 au catalogue. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et N. Dhaliwal. 2001. "Hétérogénéité de la croissance de la productivité du travail dans le secteur de la fabrication : Comparaison entre les établissements sous contrôle canadien et étranger". Dans *Croissance de la productivité au Canada.* N° 15-204 au catalogue, pp. 65-81. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., B. Diverty et D. Sabourin. 1995. *Technology Use and Industrial Transformation: Empirical Perspectives.* Dans T. Courchesne (dir.) *Technology, Information, and Public Policy.* John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy. Kingston, Ontario: Queens University. (Voir aussi *série de documents de recherche sur les études analytiques*11F0019MIF1995075. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.)

Baldwin, J.R. et P. Hanel. 2003. *Knowledge Creation and Innovation in a Small Open Economy.* Cambridge University Press.

Baldwin, J.R., P. Hanel et D. Sabourin. 2000. *Les déterminants des activités d'innovation dans les entreprises de fabrication canadiennes : le rôle des droits de propriété intellectuelle.* Série de documents de recherche sur les études analytiques 11F0019MIF2000122. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada. Une version plus courte est aussi disponible "Determinants of Innovative Activity in Canadian Manufacturing Firms." Dans *Innovation and Firm Performance.* Sous la direction de A. Kleinknecht et P. Mohnen. Houndsmith, Basingstroke, Hampshire: Palgrave. p. 86-111.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1998. "Innovator Typologies, Related Competencies and Performance." Dans *Microfoundations of Economic Growth.* Sous la direction de G. Eliasson et C. Green. Ann Arbor: University of Michigan. 227-53.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1999. "Innovation and Entry." Dans *Are Small Firms Important? Their Role and Impact.* Sous la direction de Z. Acs. Kluwer.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1999. *Les caractéristiques déterminantes des jeunes entreprises des industries scientifiques.* N° 88-517 au catalogue. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., E. Rama et D. Sabourin. 1999. *Croissance de l'utilisation des technologies de pointe dans le secteur canadien de la fabrication durant les années 90.* Série de documents de recherche sur les études analytiques 11F0019MIF1999105. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et D. Sabourin. 1995. *Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada.* N° 88-512 au catalogue. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et D. Sabourin. 2000. "Innovative Activity in Canadian Food Processing Establishments". *International Journal of Technology Management.* Vol. 20, N° 5-8: 511-527.

Baldwin, J.R. et D. Sabourin. 2001. *Impact de l'adoption des technologies de l'information et des communications de pointe sur la performance des entreprises du secteur de la fabrication au Canada.* Série de documents de recherche sur les études analytiques 11F0019MIF2001174. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., D. Sabourin et M. Rafiquzzaman. 1996. *Avantages et problèmes liés à l'adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada.* N° 88-514 au catalogue. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., D. Sabourin et D. West. 1999. *Technologie de pointe dans le secteur de la transformation des aliments au Canada.* N° 88-518 au catalogue. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Caves, R.E. 1982. *Multinational Enterprise and Economic Analysis.* Cambridge: Cambridge University Press.

Dilling-Hansen, M., T. Eriksson, E.S. Madsen et V. Smith. 1999. "The Impact of R&D on Productivity: Evidence from Danish Firm-level Data". Conférence internationale sur Comparative Analysis of Enterprise Data, Hague, Pays-Bas.

Hall, B. et J. Mairesse. 1995. "Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms". *Journal of Econometrics* 65: 265-93.

Hausman, J. 1978. "Specification Tests in Econometrics". *Econometrica* 48: 697-720.

Johnson, J., J.R. Baldwin et C. Hinchley. 1997. *Les jeunes entreprises montantes : se donner les moyens de survivre et de croître.* N° 61-524 au catalogue. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Lichtenberg, F.R. et D. Siegel. 1991. "The Impact of R&D Investment on Productivity: New Evidence using linked R&D-LRD data". *Economic Inquiry* 29: 203-28.

McGuckin, R., M. Streitwieser et M. Doms. 1996. "Advanced Technology Usage and Productivity Growth". *Economics of Innovation and New Technology* 7: 1-26.

Rischel, T. et O. Burns. 1997. "The Impact of Technology on Small Manufacturing Firms". *The Journal of Small Business Management.* Vol. 35I, p. 2-10.

Salter, W.E. 1966. *Productivity and Technical Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

Stoneman, P. et M. Kwon. 1996. "Technology Adoption and Firm Profitability". *The Economic Journal.* Vol. 106, p. 952-962.

Ten Raa, T. et E. Wolff. 1999. *Engines of Growth in the U.S. Economy.* ECIS/SCED Conférence intitulée Economic Growth, Trade and Technology, 3-4 Octobre, Eindhoven.

Van Meijl, H. 1995. "Endogenous Technological Change: The Case of Information Technology. Theoretical Considerations and Empirical Results". MERIT, University of Limburg, Maastricht, p. 289.